

## اختبار مجفف شمسي مصمم لتجفيف المنتجات الزراعية (بذور البازلاء)

صقر الغضبان (1)\*

(1). كلية الزراعة الثانية، فرع السويداء جامعة دمشق، دمشق، سورية.

(\* للمراسلة : د. صقر الغضبان، البريد الإلكتروني [alkadsaker@gmail.com](mailto:alkadsaker@gmail.com))

تاريخ القبول: 2022/03/20

تاريخ الاستلام: 2021/11/16

### الملخص:

يهدف هذا البحث إلى اختبار عمل مجفف شمسي صمم لتجفيف المنتجات الزراعية بغية تخزينها، وذلك من خلال استخدام بذور البازلاء الخضراء ومعرفة عدد الساعات اللازمة لتجفيفها، مقارنة مع الفترة اللازمة للتجفيف الشمسي الطبيعي (خارج المجفف). وتمت التجربة خلال العام 2020 في كلية الزراعة الثانية. صممت التجربة وفق القطاعات العشوائية البسيطة، إذ تضمن البحث معاملي تجفيف هما: التجفيف داخل المجفف ومعاملة الشاهد ( التجفيف الشمسي الطبيعي)، وكُريت كل معاملة في ثلاثة مكررات. بلغت القيمة العليا لمتوسط درجة الحرارة داخل المجفف الشمسي  $54^{\circ}\text{C}$  عند الساعة 14.30 ظهراً، في حين بلغت أخفض قيمة مقاسة لدرجة الحرارة داخل المجفف  $28^{\circ}\text{C}$  عند الساعة 23.30 ليلاً. كما تفوقت معاملة التجفيف داخل المجفف الشمسي معنوياً على معاملة الشاهد (التجفيف الشمسي الطبيعي)، من حيث متوسطات درجات الحرارة ابتداء من الساعة 11.30 صباحاً وحتى نهاية فترة القياس. وبلغ الزمن اللازم للوصول إلى رطوبة التخزين 4% المثالية للباذلاء 7.5 ساعة داخل المجفف، في حين بلغ الزمن اللازم للوصول إلى رطوبة التخزين المثالية للباذلاء خارج المجفف 26.5 ساعة.

**الكلمات المفتاحية:** مجفف شمسي، تجفيف طبيعي، باذلاء.

### المقدمة:

التجفيف هو إحدى طرائق حفظ الأغذية التي تعمل على تخفيض نسبة الرطوبة في المنتجات الزراعية، وبالتالي القضاء على العوامل المجهريّة المسببة للتعفن (Seevaratnam *et al.* 2012). حيث يعمل التجفيف على إيقاف نشاط الأنزيمات وكذلك البكتريا المسببة للتخمر، مما يؤدي إلى منع تلف الأغذية المجففة، وتكون هذه الأغذية مركزة ومحفوظة بقيمتها الغذائية وسهلة التخزين والتحضير وخفيفة الوزن (Udousoro and Etuk. 2012)

يعد التجفيف الشمسي الطبيعي من أكثر الطرائق شيوعاً في حفظ المنتجات الزراعية، وأقلها تكلفة، عن طريق نشر هذه المنتجات على شكل طبقة واحدة على أرض مرصوفة أو على حصيرة، تتعرض لأشعة الشمس والرياح والعوامل الجوية الأخرى كالرطوبة وغيرها بصورة مباشرة، وبالتالي فهي تتطلب وقتاً طويلاً ومساحة كبيرة (Klychev *et al.*, 2004)، كما أن التجفيف بهذه الطريقة يؤدي إلى تلوث الأغذية المجففة بالغباب والأترية وبعض المواد الغريبة وتأثيرات مختلفة مثل القوارض والطيور، كما أن نوعية المنتج قد تكون غير جيدة من ناحية اللون أو الشكل أو نسبة الرطوبة، مما ينعكس سلباً على عملية تسويق المنتج (Bennamoun *et al.* 2012).

التجفيف بالطاقة الشمسية هو عبارة عن تقنية تحول الطاقة الشمسية إلى طاقة حرارية، تستخدم لرفع درجة حرارة المنتج وتبخير الرطوبة منه، وقد تتم هذه العملية بواسطة مجمعات شمسية ذات تدوير طبيعي أو قسري للهواء (Deshmukh *et al.* 2012). إن أداء المجففات الشمسية يتأثر بصورة مباشرة بطاقة الإشعاع الشمسي، والتي تزداد مع تقدم ساعات النهار، إلى أن تصل إلى أقصى قيمة لها عن منتصف النهار (Singh *et al.* 2004). يعطي التجفيف بالطاقة الشمسية منتجات متجانسة وغير منكمشة، وذات قيمة غذائية أفضل مقارنة بالتجفيف الشمسي الطبيعي أو المجففات الكهربائية (الحلبي، 2006). يعتمد الحمل الحراري للتجفيف على نوعية المنتج المراد تجفيفه، والفواكه والخضار تتطلب درجة حرارة من 50-70°C ونسبة تدفق عالية للهواء تصل إلى 1m<sup>3</sup>/sec، أما البقول فتتطلب درجات حرارة أقل ومعدل تدفق أقل للهواء (Khairiddinov *et al.*, 2005). كما وجد (Vlachos *et al.* 2002) أن الزمن اللازم للتجفيف ينخفض بمقدار خمس مرات عن رفع درجة الحرارة من 40°C إلى 80°C.

في دراسة أجريت في البصرة على تجفيف الذرة الصفراء في مجفف شمسي ذو الجريان الطبيعي، والذي يتكون من مجمع شمسي مساحته 0.5m<sup>2</sup> وغرفة تجفيف طاقتها الاستيعابية 25Kg، بلغت معدل درجة حرارته 41,85°C، 50°C عندما كان معدل درجة الحرارة خارج المجفف 18°C، 30°C على التوالي. (مجيد والحلبي، 2007)

### أهداف البحث:

1. تصميم وتنفيذ مجفف شمسي يعمل فقط بالطاقة الشمسية.
2. تقييم أداء عمل الجهاز من خلال معرفة عدد الساعات اللازمة لتجفيف حبوب البازلاء، مقارنة مع الفترة اللازمة للتجفيف الشمسي الطبيعي (خارج المجفف).

### مواد البحث وطرقه:

مكان تنفيذ البحث: نفذ البحث في كلية الزراعة الثانية في مدينة المزرعة الواقعة غرب محافظة السويداء بحوالي 15 كم. خلال شهر حزيران عام 2020.

المادة النباتية: تم استخدام بذور البازلاء الخضراء، حيث تم أخذ عينة من بذور البازلاء بعد استخلاصها من القرون الخضراء.

تصميم التجربة: صممت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية البسيطة، حيث تضمنت التجربة معاملتين:

المعاملة الأولى: تجفيف بذور البازلاء داخل المجفف الشمسي.

المعاملة الثانية: الشاهد، أي التجفيف الشمسي الطبيعي لبذور البازلاء خارج المجفف.

تحتوي كل معاملة ثلاثة مكررات، وبالتالي يكون العدد الكلي للمكررات هو ستة مكررات.

تصميم جهاز التجفيف: يعتمد هذا المشروع على تصميم جهاز بسيط من الناحية العملية وغير مكلف للمزارع، باستخدام مواد متوفرة محلياً ورخيصة الثمن، وبحيث يكون قابلاً للنقل من مكان لآخر بسهولة. الشكل (1).

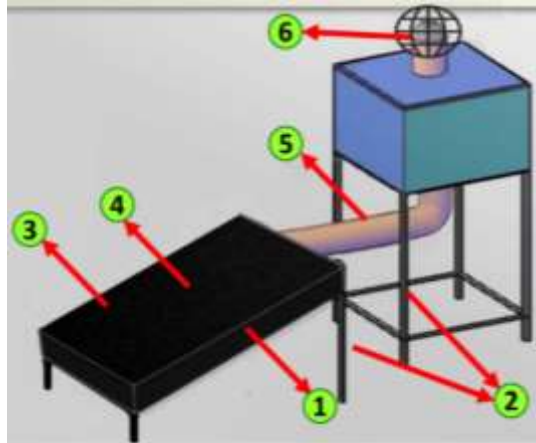
يتألف المجفف الشمسي المصمم من الأجزاء التالية الشكل (2):

المجمع الشمسي: وهو عبارة عن لوح معدني أسود اللون، طوله 115 سم وعرضه 100 سم، تم ثنيه من أطرافه الثلاثة بارتفاع 15 سم من كل طرف، أما الطرف الرابع تم إبقاؤه مفتوحاً حتى يتمكن الهواء من الدخول إليه، ووضع فوق هذا اللوح المعدني بعد ثني أطرافه لوح زجاجي شفاف طوله 100 سم وعرضه 70 سم، بحيث يسمح بنفوذ الأشعة الشمسية إلى داخل المجمع لتسقط على

قطع الفحم الحجري، التي تم وضعها داخل المجمع فوق اللوح المعدني الأسود لكي يزداد سطح تلامس الأشعة الشمسية مع المادة السوداء الماصة للحرارة.



الشكل (1): الشكل العام للمجفف الشمسي



الشكل (2): رسم تخطيطي يبين أجزاء المجفف الشمسي. لوح معدني قليل السماكة مطلي بلون اسود, 2- دعامات معدنية او خشبية, 3- الواح زجاج شفافة, 4- فحم حجري, 5- أنبوب نقل الهواء الساخن, 6- مروحة لإخراج الهواء

قاعدة المجمع الشمسي: يتوضع المجمع الشمسي على أربع قواعد يثبت بواسطتها على الأرض بزاوية ميل 30 درجة، ويؤمن هذا الميل عن طريق جعل القاعدتان الخلفيتان بطول 65 سم والأماميتين بطول 15 سم، وبذلك يتحقق توجيه المجمع الشمسي ليكون عمودي على أشعة الشمس الساقطة عليه.

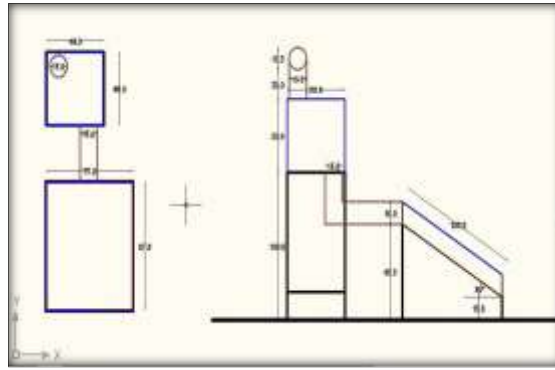
أنبوب نقل الهواء الساخن: يوجد في الطرف العلوي للمجمع الشمسي فتحة بقطر 15 سم ليخرج الهواء الساخن منها عبر أنبوبية الى حجرة التجفيف، حيث يتم ربط المجمع الشمسي مع حجرة التجفيف بواسطة أنبوب معدني قابل للثني طوله حوالي 1 م يصل بين فتحة خروج الهواء من المجمع وفتحة دخول الهواء الى حجرة التجفيف.

حجرة التجفيف: وهي عبارة عن صندوق زجاجي مكعب (50×50 سم)، يحاط بإطار معدني من كل الجوانب لكي يتم تثبيته بشكل جيد ومتين بواسطة لاصق (سليكون). الوجه الخلفي للمكعب عبارة عن إطار معدني عليه لوح زجاج شفاف مربع الشكل (50×50 سم)، حيث يثبت الإطار مع الصندوق بشكل مفصلي للسماح بفتح حجرة التجفيف بسهولة، والتمكن من وضع وإخراج صواني المواد المراد تجفيفها، ويثبت على هذا الوجه (الباب) قبضة لفتح وغلق الباب بواسطتها. أما الوجهين العلوي والسفلي عبارة عن لوحين من الزجاج في وسط كل منهما فتحة بقطر 10 سم، حيث يدخل الهواء الساخن القادم من المجمع

الشمسي عبر الفتحة السفلية، ومن ثم يخرج من الفتحة العلوية المتصلة بمروحة الهواء محملاً برطوبة المواد الغذائية المطلوب تجفيفها.

يوجد داخل حجرة التجفيف ثلاثة أماكن توضع عليها صواني التجفيف، وهذه الأماكن عبارة عن ستة قضبان معدنية بعرض 2 سم لكل منها، مثبتة على الوجهين الجانبيين لحجرة التجفيف، أما الصواني فهي عبارة عن إطار معدني مثبت عليه شبك معدني ذو فتحات واسعة (5×5 سم)، يوضع فوقه شبك من الفايبركلاس أو منخل مقاوم للحرارة، بحيث تكون ثقوبه ذات قطر أصغر من الشبك المعدني، موضحة بالشكل (1).

**مروحة لإخراج الهواء:** يوجد أعلى الفتحة العلوية لحجرة التجفيف دوار هوائي لتنظيم خروج الهواء المحمل برطوبة المواد المراد تجفيفها، ويثبت باستخدام لاصق متين مثل مادة السيلكون. حيث يبين الشكل (3) مسقط أفقي وجانبي للمجفف.



الشكل (3): مسقط أفقي وجانبي للجهاز

#### مبدأ عمل جهاز التجفيف:

يعتمد على سحب رطوبة المواد الغذائية المراد تجفيفها، عن طريق إمرار تيار من الهواء الساخن عبر صواني التجفيف المثقبة بعد تسخينه في المجمع الشمسي.

#### آلية عمل جهاز التجفيف:

يتم وضع الجهاز في مكان معرض لأشعة الشمس المباشرة، بحيث يتم توجيه المجمع الشمسي باتجاه الجنوب ليحقق أعلى سعة امتصاص من الأشعة الشمسية، تنفذ الأشعة الشمسية عبر اللوح الزجاجي الشفاف للمجمع وتسقط على السطح الماص للمجمع وعلى كتل الفحم الحجري ذات اللون الأسود فيتم تسخين الهواء داخل المجمع، ويصعد إلى الأعلى تلقائياً نتيجة انخفاض كثافته، وينتقل إلى حجرة التجفيف عبر أنبوب نقل الهواء الساخن، ويتم الانتقال التلقائي للهواء الساخن بزيادة طول دعائم حجرة التجفيف لتصبح أعلى من المجمع الشمسي.

#### آلية التجفيف:

يتم وضع الثمار المراد تجفيفها على الصواني بحيث لا تكون متباعدة عن بعضها وبنفس الوقت لا تكون متلاصقة بشكل كبير حتى تسمح بمرور الهواء الساخن فيما بينها، بعد ذلك يتم فتح باب حجرة التجفيف وإدخال الصواني الواحدة تلو الأخرى ووضع كل منها في مكانها المخصص حيث تفصل بين كل صينية وأخرى مسافة لا تقل عن 10cm. بعد وضع الصواني يتم إغلاق الباب جيداً منعاً للتبادل الحراري مع الوسط الخارجي، تترك بعد ذلك الصواني مع وضع مقياس درجة الحرارة ومقياس الرطوبة داخل الحجرة، ومراقبة درجة الحرارة كي لا ترتفع كثيراً مما يسبب الجفاف السطحي للمواد المراد تجفيفها، ويسيء بالتالي لعملية التجفيف.

عند مرور الهواء الساخن داخل حجرة التجفيف، يتخلل الصواني المثقبة التي تتوضع عليها المواد المراد تجفيفها، فتسحب المواد الموجودة على الصواني الحرارة من الهواء الساخن، وبالتالي تفقد رطوبتها على شكل بخار الماء، ليتحول الهواء الساخن إلى هواء رطب يطرد إلى خارج المجفف عبر مروحة الهواء.

ومع استمرار تعرض الجهاز لأشعة الشمس مدة حوالي ثلاثة أو أربعة أيام وحسب نسبة الرطوبة الأولية للمواد يتم الحصول على مواد مجففة ونظيفة وبوقت قصير جداً.

#### طريقة اختبار جهاز التجفيف:

تم أخذ عينة من بذور البازلاء بعد استخلاصها من القرون الخضراء. ثم قياس الوزن الرطب لها، ووضعت هذه العينات داخل حجرة التجفيف في المجفف الشمسي، مع وضع ميزان حرارة بمنصف الحجرة.

كما تم أخذ عينة أخرى من البذور الخضراء ووزنها باستخدام ميزان حساس، واستخدامها كعينة شاهد حيث تم وضعها بجوار المجفف بحيث تكون معرضة للعوامل الخارجية الشكل (4).



الشكل (4): البذور الخضراء جانب المجفف

بعد وضع العينة والشاهد كل في مكانه، تم أخذ قراءات درجات الحرارة داخل وخارج المجفف بشكل دوري كل ساعة ابتداء من الساعة التاسعة والنصف صباحاً حتى الساعة الحادية عشر والنصف ليلاً، وذلك باستخدام ميزان حرارة يتحمل درجات الحرارة المرتفعة (أعلى من 100°C)، ثم تم وزن هذه العينات باستخدام ميزان حساس للتأكد من الوصول إلى الوزن الذي تكون عنده نسبة رطوبة المادة مناسبة للتخزين. الشكل (5).

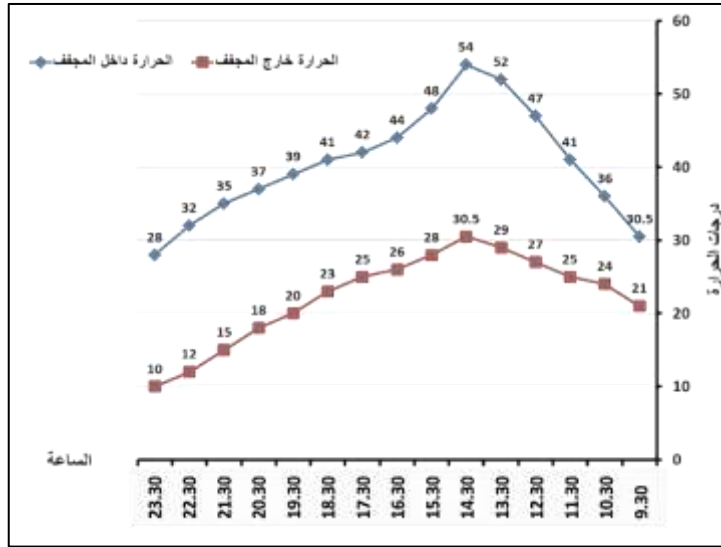


الشكل (5): ميزان الحرارة والميزان الحساس

التحليل الإحصائي: تم إجراء التحليل الإحصائي للبيانات باستخدام برنامج SPSS للحصول على قيمة أقل فرق معنوي عند مستوى 5%، باستخدام تطبيق اختبار أقل فرق معنوي (LSD).

#### النتائج والمناقشة

قياس درجات الحرارة داخل المجفف وخارجه : يلاحظ من خلال نتائج قياس درجات الحرارة داخل المجفف وخارجه والمبينة في الشكل (6)، الارتفاع التدريجي في درجات الحرارة داخل المجفف ابتداءً من القيمة  $30^{\circ}\text{C}$  عند الساعة 9.30 صباحاً وصولاً إلى القيمة  $54^{\circ}\text{C}$  عند الساعة 14.30 ظهراً وهذا يختلف عن ما توصل إليه (مجيد والحلي، 2007) حيث كانت درجة حرارة المجفف الشمسي  $50^{\circ}\text{C}$  عندما كانت درجة حرارة الجو الخارجي  $30^{\circ}\text{C}$ ، وقد يعود عدم تطابق درجات الحرارة بين المجففين إلى اختلاف مساحة المجمع الشمسي واختلاف نوعه، وسُجلت عند هذه الساعة أعلى قيمة وصلت إليها درجة الحرارة داخل المجفف. وهذا يتوافق مع (Singh *al et.* 2004) الذين وجدوا أن أداء المجففات الشمسية يتأثر بصورة مباشرة بطاقة الإشعاع الشمسي، والتي تزداد مع تقدم ساعات النهار، إلى أن تصل إلى أقصى قيمة لها عن منتصف النهار.



الشكل(6): تغيرات درجات الحرارة داخل المجفف الشمسي وخارجه

كما سُجلت أعلى قيمة لدرجة الحرارة خارج المجفف  $30,5^{\circ}\text{C}$  عند الساعة 14.30 ظهراً، وهي قريبة من أخفض قيمة لدرجة الحرارة سُجلت داخل المجفف وهي  $28^{\circ}\text{C}$ .

يبين الجدول (1) تفوق متوسطات درجات الحرارة داخل المجفف الشمسي معنوياً عن متوسطات درجات الحرارة خارجه ابتداءً من الساعة 11.30 صباحاً وحتى نهاية فترة القياس، وهذا يدل على فعالية التجفيف داخل المجفف الشمسي وتفوقه على التجفيف الطبيعي، كما يدل على قدرة المجفف الشمسي على الاحتفاظ بالحرارة داخله ليلاً.

الجدول(1): تباين متوسطات درجات الحرارة داخل المجفف الشمسي وخارجه

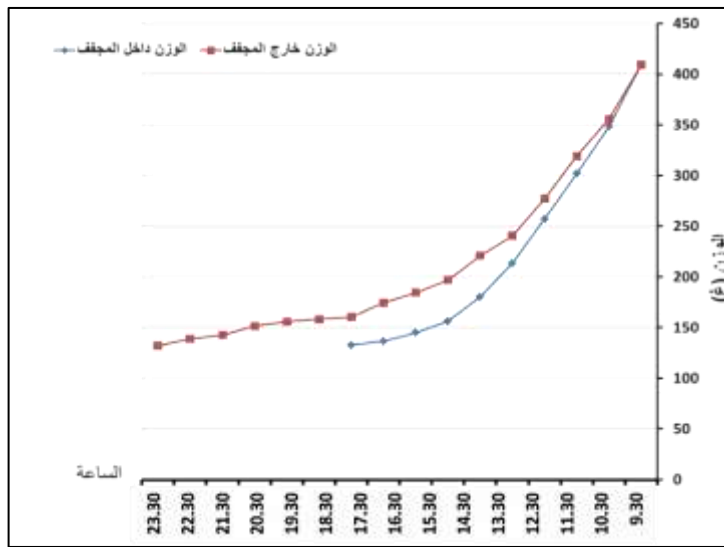
متوسطات الحرارة خارج المجفف (م)	متوسطات الحرارة داخل المجفف (م)	الساعة
21c	30.5c	9.30
24c	36bc	10.30
25c	41ab	11.30
27c	47ab	12.30
29c	52a	13.30
30.5c	54a	14.30
28c	48ab	15.30
26c	44ab	16.30
25c	42ab	17.30
23d	41ab	18.30
20d	39b	19.30



18d	37bc	<b>20.30</b>
15d	35c	<b>21.30</b>
12d	32c	<b>22.30</b>
10d	28c	<b>23.30</b>
13.9		<b>LSD0.05</b>
تشير الأحرف المتشابهة في العمود إلى عدم وجود فروقات معنوية بين المتوسطات		

كما يلاحظ تفوق متوسطات درجات الحرارة داخل المجفف الشمسي معنوياً ابتداءً من الساعة 11.30 وحتى الساعة 18.30 على باقي متوسطات درجات الحرارة داخل المجفف، وبالتالي يمكن القول أن فعالية التجفيف داخل المجفف الشمسي تكون أفضل ما يمكن خلال هذه الفترة.

قياس تغيرات وزن حبوب البازلاء داخل المجفف وخارجه: يلاحظ من خلال نتائج قيم الوزن الموضحة في الشكل (7) والجدول رقم (2) تناقص الوزن تبعاً للزمن ولتغيرات درجات الحرارة.



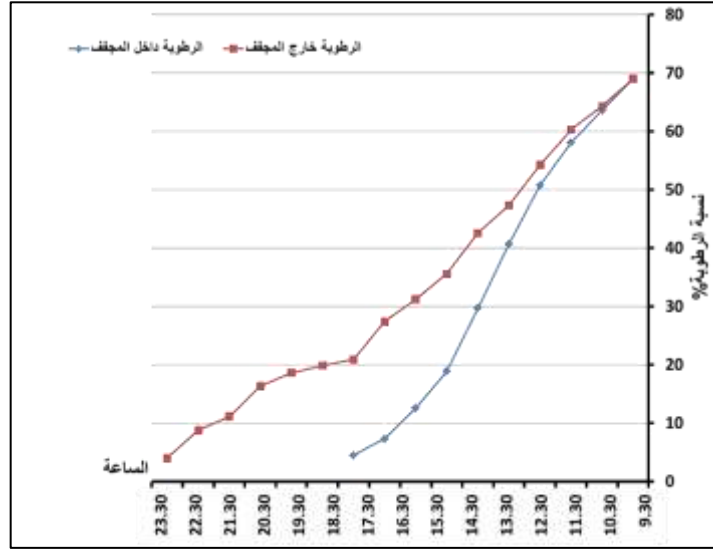
الشكل (6): تغيرات الوزن داخل المجفف وخارجه

الجدول (2): تغيرات الوزن داخل المجفف الشمسي وخارجه

الوزن خارج المجفف (غ)	الوزن داخل المجفف (غ)	الساعة
409.132	409.132	<b>9.30</b>
355.516	348.287	<b>10.30</b>
319.102	302.121	<b>11.30</b>
277.003	257.189	<b>12.30</b>
240.572	213.54	<b>13.30</b>
220.771	180.219	<b>14.30</b>
196.743	156.220	<b>15.30</b>
184.362	145.032	<b>16.30</b>
174.624	136.563	<b>17.30</b>
160.241	132.785	<b>18.30</b>
158.180		<b>19.30</b>
155.742		<b>20.30</b>
151.548		<b>21.30</b>
142.638		<b>22.30</b>
138.950		<b>23.30</b>

قياس تغيرات نسبة الرطوبة داخل المجفف وخارجه: يلاحظ من خلال نتائج قيم الرطوبة الموضحة في الشكل (8) والجدول رقم (3) تناقص النسبة المئوية للرطوبة تبعاً للزمن ولتغيرات درجات الحرارة، كما يلاحظ أن الزمن اللازم للوصول إلى رطوبة التخزين المثالية للبالاء والتي هي 4 % يساوي 7.5 ساعة داخل المجفف، في حين بلغ الزمن اللازم للوصول إلى رطوبة التخزين المثالية للبالاء خارج المجفف 26.5 ساعة. وهذا يتوافق مع ما توصل إليه (Sunil et al. 2012)، حيث تم توفير 35.7% من وقت التجفيف مقارنة بالتجفيف الشمسي الطبيعي باستخدام مجفف شمسي ذو تدوير طبيعي للهواء. وبالتالي يمكن القول أنه لا يختلف زمن التجفيف داخل المجففات الشمسية سواء كانت ذات تدوير طبيعي أو قسري للهواء.

كما لوحظ ثبات الوزن والرطوبة خارج المجفف بين الساعة 19.30 مساءً وحتى الساعة 9.5 صباحاً من اليوم التالي.



الشكل (8): تناقص الرطوبة داخل وخارج المجفف

الجدول (3): تغيرات الرطوبة داخل المجفف الشمسي وخارجه

الساعة	الرطوبة داخل المجفف %	الرطوبة خارج المجفف %
9.30	69.01	69.017
10.30	63.6	64.344
11.30	58.04	60.276
12.30	50.71	54.238
13.30	40.63	47.308
14.30	29.66	42.583
15.30	18.85	35.565
16.30	12.58	31.243
17.30	7.27	27.409
18.30	4.5	20.893
19.30	4.5	19.863
20.30	4.5	18.608
21.30	4.5	16.356
22.30	4.5	11.131
23.30	4.5	8.772



**الاستنتاجات:**

- 1- بلغت القيمة العليا لمتوسط درجة الحرارة داخل المجفف الشمسي  $54^{\circ}\text{C}$ ، عند الساعة 14.30 ظهراً، في حين بلغت أخفض قيمة مقاسة لدرجة الحرارة داخل المجفف  $28^{\circ}\text{C}$ ، عند الساعة 23.30 ليلاً.
- 2- سجلت أعلى قيمة لدرجة الحرارة خارج المجفف  $30,5^{\circ}\text{C}$ ، عند الساعة 14.30 ظهراً.
- 3- تفوقت معاملة التجفيف داخل المجفف الشمسي معنوياً على معاملة الشاهد (التجفيف الشمسي الطبيعي)، من حيث متوسطات درجات الحرارة ابتداء من الساعة 11.30 صباحاً وحتى نهاية فترة القياس.
- 4- بلغ الزمن اللازم للوصول إلى رطوبة التخزين المثالية للباذلاء (4 %) 7.5 ساعة داخل المجفف، في حين بلغ الزمن اللازم للوصول إلى رطوبة التخزين المثالية للباذلاء خارج المجفف 26.5 ساعة.
- 5- ثبات الوزن والرطوبة خارج المجفف بين الساعة 19.30 مساءً وحتى الساعة 9.5 صباحاً من اليوم التالي.
- 6- لا تحتاج حجرة التجفيف الى وضعها باتجاه معين لأن الشمس تدور من حولها كما أن الهواء الساخن الجاف يدخلها من الأسفل، بينما المجمع الشمسي يجب توجيهه باتجاه الجنوب حيث تسقط عليه الأشعة من الصباح حتى المساء.

**التوصيات:**

- 1- ينصح باستخدام مواد عازلة للحرارة لتخفيف فقد الحرارة الناتج عن تأثر الجهاز بالعوامل الجوية
- 2- دراسة إمكانية زيادة حجم المجفف في حال الرغبة بزيادة الطاقة الإنتاجية للمجفف .
- 3- دراسة إمكانية استخدام مواد عاتمة تلتصق على زجاج حجرة التجفيف لمنع الوصول المباشر لأشعة الشمس إلى المواد المراد تجفيفها منعاً لتصبغها باللون البني وبالتالي تجنب انخفاض قيمتها التسويقية.
- 4- تصميم فتحة دخول الهواء إلى المجمع الشمسي بحيث تكون قابلة للتوسع والتضييق، وذلك للتحكم بشكل أفضل بدرجات الحرارة داخل المجفف .

**المراجع:**

- الحلبي، أسعد رحمن (2006). تطوير مجفف شمسي ودراسة كفاءته في تجفيف بعض المحاصيل الزراعية. مجلة أبحاث البصرة، العدد 23، الجزء 2، الصفحات 56،63.
- العاني، أسامة. (1988). مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة أهميتها وضرورة استثمارها في القطر العربي السوري - الجزء الأول (أذار) - مؤسسة دار الطاهر - حلب - سوريا.
- عياش، سعود يوسف. (1981). تكنولوجيا الطاقة البديلة - المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب - الكويت.
- مجيد، غياث حميد. الحلبي، أسعد رحمن (2007). تصميم مجفف شمسي مزود بمنظومتي الراجع والتسخين واختباره في تجفيف الأسماك واللحوم. مجلة أبحاث البصرة، العدد 33، الجزء 3، الصفحة 34.
- Bennamoun, L.; and A. Belhamri (2006). Numerical simulation of drying under variable external conditions. Application to solar drying of seedless grapes. J. Food Eng. 76, 179-187 .
- Deshmukh, V.; N. Chandraker; R.S. Thakur; and A.K. Chandrakar (2012). Analysis of moisture content of pulses pellets using fluidized bed dryer. Journal of Chemical and Pharmaceutical Research.; 7(6):447-451.
- Khairiddinov, B.; V. Kim; and D.P. Ergashev (2005). The Experimental Study of External heat and Moisture Transfer in Free Convective Solar Drying of Vegetables. Applied Solar Energy.U.S.A.Vol.36,No.1 ,pp44-50.

- Klychev, S.; A. Ismanzhanov; and G.T. Aldasheva (2004). Rates of The First Period of Air-Solar Drying .Applied Solar Energy .U.S.A.Vol.36 Eenergy, No.1, ,pp.51-55.
- Seevaratnam, V.; P. Banumathi; M.R. Premalatha; S.P. Sundaram; and T. Arumugam (2012). Effect of packaging materials on retention of quality characteristics of selected dehydrated green leafy vegetables during storage. World Journal of Dairy & Food Sciences,7(2): 190- 194.
- Singh, S.; P.P. Singh; and S.S. Dhaliwal (2004). Multi-shelf portable solar dryer. Journal of Renewable energy 29, pp.753-76.
- Sunil, L.; Varun; and N. Sharma (2012). Modeling the drying kinetics of green peas in a solar dryer and under open sun. International Journal of Energy and Environment.; 4(4):663-676.
- Udousoro, I.; and B. Etuk (2012). Effects of Heating Temperature and time on the Nutrients and Antinutrients Composition of Telfairia occidentalis (Hook F.) International Journal of Modern Chemistry, 3(1): 14-22.
- Vlachos, N.A.; T.D. karapantsios; A.I. Balauksis; and D. Chassapis (2002). Design solar dryer. Journal of Technology.20(5).pp.1239-1267.

## Testing of Solar Drier Design for Dried Agriculture Products

### (Peas Seed)

Saker Algadban <sup>(1)\*</sup>

(1). Second Faculty of Agriculture, Damascus University, Damascus, Syria.

(\* Corresponding author: Saker Algadban. E-mail: [alkadsaker@gmail.com](mailto:alkadsaker@gmail.com).)

Received:16/11/2021

Accepted: 20/03/2022

### Abstract

This research aimed to investigate the work of a solar drier designed to dry agricultural products for storage. In the experiment, green peas seeds were used, and the number of hours needed for drying them was counted, in comparison with the time needed by using the natural solar drying process (outside the drier). This experiment was designed by using Simple Random Sectors; thus this experiment has two drying treatments: drying inside the drier and the control (natural solar drying), and each treatment included three replications. The highest temperature inside the solar drier reached 54°C at 14,30 with sunshine, whereas the lowest temperature inside the drier was 28°C at 23,30 at night. The drying process inside the dryer was better than that of the control with respect to average temperatures starting from 11,30 a.m. until the end of the measurement time, as it took 7.5 hours to reach the ideal storage humidity of 4% for the peas inside the dryer, while outside the dryer it took 26.5 hours.

**Keywords:** Solar drier, Natural draining, peas.