تحوير الاطارات التالفة الى مجففات شمسية مباشرة ودراسة كفاءتها في تجفيف الاغذية

ISSN 1817 – 2695

اسعد رحمن سعيد الحلفي

قسم علوم الاغذية والتقانات الاحيائية – كلية الزراعة – جامعة البصرة

asaadrehman@yahoo.com

((الاستلام 2010/1/17، القبول 2010/9/27))

الملخص

تم تحوير اطارات السيارت التالفة الى مجففات شمسية مباشرة لتجفيف الاغذية بالطاقة الشمسية. يتكون المجفف الشمسي من اطار قديم وعازل وقاعدة خشبية وغطاء ذي طبقتين من الزجاج تفصل بينهما مادة السيلكون وفتحات تهوية وحوض من الحديد المقاوم للصدأ ومقياس للرطوبة واخر لدرجة الحرارة. سعة هذا المجفف 5 كغم من الاغذية الطازجة وهي الموز والتفاح الاحمر والاصفر والنعناع والبصل.

اظهرت النتائج ان معدل الطاقة الشمسية المتوافرة في مدينة البصرة خلال شهر اذار الذي تم فيه التجفيف هي 848.22 واط /م^2 . ومعدل درجة الحرارة في المجفف الشمسي للشهر نفسه هو62 ^{o}م . ان معدل رطوبة الاغذية قد انخفض معنويا مع زيادة زمن التجفيف وكان الانخفاض بالرطوبة عند استعمال المجفف الشمسي اعلى منه عند التجفيف الشمسي الطبيعي. كما ان المجفف الشمسي تطلب زمن لتجفيف الاغذية اقل معنويا من التجفيف الشمسي الطبيعي. وتراوحت الانتاجية للمجفف الشمسي من 600 – 650 كغم/سنة . وتراوحت كفاءة التجفيف بالمجفف الشمسي من 84 – 89 % بينما في التجفيف الشمسي الطبيعي فقد تراوحت من 39 – 43 %.

الكلمات المفتاحية : مجففات شمسية ، طاقة الاشعاع الشمسي ، الاطارات.

المقدمة

يستخدم التجفيف لازالة الماء من الاغذية لمنع نشاط الاحياء المجهرية ولحفظ الغذاء وتقليل وزنه وكثافته لتسهيل عمليات النقل والخزن [1].

التجفيف الشمسي الطبيعي هو من اكثر الطرائق شيوعا في حفظ المنتجات الزراعية في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية وهي طريقة غير كفوءة وتتم العملية بنشر الفواكه والخضروات على شكل طبقة واحدة على ارض مرصوفة او على حصيرة وتعرض الى اشعة الشمس والرياح بصورة مباشرة ويحدث في هذه الطريقة تلوث الاغذية بالغبار والاتربة وبعض المواد الغريبة بسبب تأثيرات مختلفة مثل القوارض والطيور والامطار والعواصف والكائنات الحية الدقيقة . كما ان نوعية المنتج تكون غير جيدة وتنعكس سلبيا على عملية تسويق المنتج المجفف. [4,3,2].

التجفيف بالطاقة الشمسية هو عبارة عن تقنية تحويل الطاقة الشمسية الى طاقة حرارية تستخدم لرفع درجة حرارة المنتج وتبخير الرطوبة منه وقد تكون العملية بوساطة مجمعات شمسية ذات حمل طبيعي او قسري وتكون اما مباشرة او غير مباشرة.[5]. ان اداء أي منظومة تعمل بالطاقة الشمسية يعتمد على طاقة الاشعاع الشمسي المتوفر لها ويتميز الاشعاع الشمسي بانه متغير الشدة خلال ساعات النهار ويصل الى قيمته العظمى عند منتصف النهار عندما يكون طول الطريق الذي يقطعه خلال الغلاف الجوي قصيرا [6].

PDF Created with deskPDF PDF Writer - Trial :: http://www.docudesk.com

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 السنة [13,12,11,10,9,8,7]. اما مايتعلق بدرجة الحرارة في غرفة التجفيف فقد ذكر في [14] ان درجة الحرارة اللازمة لتجفيف الفواكه والخضر تتراوح من 45 – 60 ^{o}م. اوضح [15] ان درجة الحرارة اللازمة للتجفيف متغيرة وتعتمد على نوع الاغذية المجففة فاذا ازدادت درجة الحرارة من 40 – 80 ^{o}م فان الزمن اللازم للتجفيف ينخفض بمقدار خمس مرات.

وجد [16] ان رطوبة التمر تنخفض مع زيادة زمن التجفيف في مجفف شمسي شبه مختلط في ظروف محافظة البصرة وكان زمن التجفيف في المجفف الشمسي اقل بكثير من التجفيف الشمسي الطبيعي. كما بين [17] ان رطوبة كل من المشمش والتين والعنب والباميا قد انخفضت معنويا مع زيادة زمن التجفيف وكان الانخفاض عند استعال المجفف الشمسي اعلى منه عند التجفيف الشمسي الطبيعي. واوضح [17] ان كفاءة تجفيف كل من المشمش والتين والعنب والباميا بالمجفف الشمسي كانت اعلى منها عند التجفيف الشمسي الطبيعي ، وكان معدل الكفاءة لتلك الاغذية 80 ، 64 ، 60 ، 73 % على التوالي بالمجفف الشمسي ، بينما بالتجفيف الشمسي الطبيعي كانت 30 ، 21 ، 27 ، 32 % على التوالي.

يستفاد من بعض الفواكه والخضار المجففة والمطحونة مثل التفاح الاحمر والبطاطا في تصنيع خلطات تستعمل كاغذية للاطفال [18] . والتجفيف بالطاقة الشمسية يعطي منتوجا متجانسا وذا نوعية افضل وتكون الاغذية المجففة محافظة على الجزء الاكبر من الفيتامينات والعناصر الغذائية [17].

هنالك مشكلة كبيرة تسبب تلوثا للبيئة وهي وجود الاطارات التالفة للسيارات بكثرة في مختلف الاماكن وتزداد بصورة كبيرة جدا مع الزمن وهي من المواد التي يصعب التخلص منها اذ انها لاتتحلل وتسبب تلوثا كبيرا للبيئة كما انها تعد مخلفات عديمة الفائدة. لذلك تهدف هذه الدراسة الى استغلال هذه الاطارات التالفة وتحويرها الى احهزة تجفيف تعمل بالطاقة الشمسية يمكن استخدامها في المنازل وتتميز بسهولة تصنيعها وبساطة تشغيلها وكذلك دراسة ادائها وكفاءة تجفيف الاغذية فيها.

المواد وطرائق العمل

تم تحوير الاطارات التالفة للسيارات الى مجففات شمسية صغيرة الحجم المبينة في الشكلين 1 و 2 لغرض الاستفادة منها في تجفيف الاغذية سعتها 5 كغم من الاغذية الطازجة وتتكون من الاجزاء الاتية:

1- غرفة التجفيف: وهي عبارة عن اطار قطره 0.57 م وعمقه 0.17 م تم ملؤه بمادة عازلة وهي الرغوة لتقليل الفقد الحراري ووضع بداخله حوض ابعاده 0.34 م مصنوع من الحديد المقاوم للصدأ نوع 316 ذو قاعدة لونها اسود غير لماع وغلف من الاسفل بخشب سمكه 3 سم وثبت مع اسفل الاطار. يخترق القاعدة انبوب قطره 1 سم وطوله 10 سم ونهايته الموجودة في الحوض مغلقة ومثقب على طول محيطه داخل الحوض ليسمح بدخول الهواء البارد الى قاعدة الحوض والتي تكون مزودة باسلاك نحاسية موضوعة تحت صفيحة سوداء مثقبة بحيث تكون ساخنة طوال فترة تشغيل المجفف وعندما يمر الهواء على الاسلاك وهي ساخنة ترتفع درجة حرارته ويصعد الى داخل حيز الحوض.

2- الغطاء الزجاجي:يتكون من هيكل مربع الشكل ابعاده 0.45 م وسمك 0.05 م مزود بفتحات على طول محيطه قطر الواحدة 2 ملم تستخدم لخروج الهواء الرطب. مثبت على الاطار طبقتان من الزجاج سمك الواحدة 4 ملم تم ربطهما بمادة السليكون الشفاف. يرتبط الاطار مع الغطاء بوساطة مفصل ليسمح له بالحركة وسهولة الفتح والغلق. الغطاء مزود بحلقة مطاطية لمنع التسرب.

PDF Created with deskPDF PDF Writer - Trial :: http://www.docudesk.com

الية عمل المجفف

بعد وضع الغذاء في المجفف الشمسي في الاطباق المشبكة المصنوعة من الحديد المقاوم للصدأ واحد فوق الاخر وبكمية مقدارها 5 كغم يغلق الغطاء الزجاجي وينتقل الاشعاع الشمسي عبر الاخير الى داخل الحوض فتقوم الطبقة السوداء المثقبة بامتصاص جزء منه وتسخين الاسلاك النحاسية والغذاء الذي يسخن بفعل امتصاصه جزء من الطاقة الشمسية عن طريق الاشعاع والقسم الاخر عن طريق الهواء الساخن بفعل الاسلاك مما يؤدي الى فقدان الهواء رطوبته الى الخارج عبر فتحات التهوية ثم يتخلخل الضغط داخل الحوض ويندفع الهواء الجوي الى الداخل ويسخن وتستمر العملية هكذا.

قيست طاقة الاشعاع الشمسي الساقطة على سطح المجفف الشمسي عند كل ساعة من ساعات النهار بوساطة جهاز البايرانوميتر من نوع CM11 صنع شركة kipp and zone الهولندية.

قيست درجة الحرارة في غرفة التجفيف بوساطة المزدوجات الحرارية نوع نحاس – كونستنتان صنع شركة بولكس وقسيت درجة حرارة الجو بوساطة محارير زئبقية انكليزية الصنع.

قدرت نسبة الرطوبة في العينات الطازجة بوزنها قبل التجفيف ثم جففت بالفرن على درجة حرارة 105 ^{o}م لحين ثبات الوزن كما قدرت نسبة الرطوبة في الاغذية المجففة في ازمان مختلفة من عملية التجفيف وذلك بقياس الوزن عند كل فترة زمنية محددة وبحسب ماورد في [19].

حسبت الانتاجية من خلال قسمة الكمية المجففة لكل يوم مضروبا في عدد ايام التشغيل لكل السنة .

حسبت كفاءة التجفيف من العلاقة الاتية [8]:

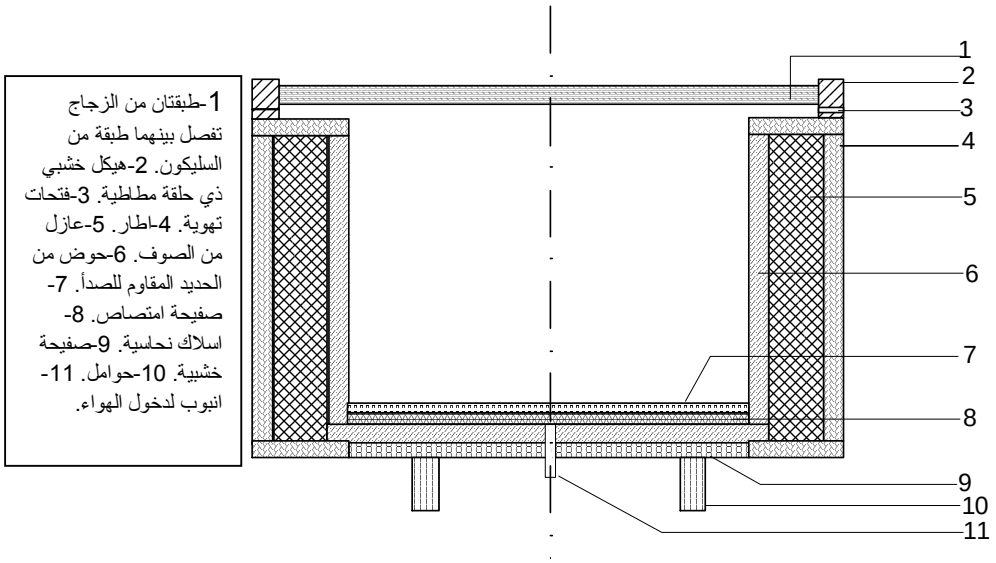
$$E = \frac{Q_d}{A \cdot I_T} \quad (1)$$

E:كفاءة التجفيف %، Q_d :الطاقة اللازمة للتجفيف جول/ ثا. ، A:مساحة سطح الامتصاص م^2. ، I_T: طاقة الاشعاع الشمسي واط /م^2.

استعملت تجربة عاملية ذات عاملين (2*5) خمسة انواع من الاغذية * طريقتان للتجفيف هما التجفيف الشمسي الطبيعي والمجفف الشمسي لصفتي نسبة الرطوبة وكفاءة التجفيف. واستعمل تصميم القطاعات العشوائية الكاملة لطاقة الاشعاع الشمسي ودرجة الحرارة والانتاجية واستعمل اختبار اقل فرق معنوي المعدل للمقارنة بين متوسطات المعاملات عند مستوى معنوية 0.05. [21 , 20]

شكل1:صورتان فوتوغرافيتان للمجفف الشمسي المصنع محليا.

PDF Created with deskPDF PDF Writer - Trial :: http://www.docudesk.com



شكل2:مقطع امامي للمجفف الشمسي المصنع محليا.

النتائج والمناقشة

يلاحظ من الشكل 1 الذي يبين معدل طاقة الاشعاع الشمسي خلال ساعات النهار في شهر اذار ، ان طاقة الاشعاع الشمسي قد ازدادت معنويا مع تقادم ساعات النهار ووصلت الى اقصى قيمة لها عند الساعة 12 ظهرا ثم انخفضت بعد ذلك. فعند ساعت النهار 8 ، 9 ، 10 ، 11 ، 12 ، 13 ، 14 ، 15 ، 16 كانت طاقة الاشعاع الشمسي 512.57 ، 763.71 ، 956.82 ، 1077.23 ، 1116.22 ، 1071.02 ، 944.85 ، 746.85 ، 444.68 واط /م^2 على التوالي. وهذا يعود الى دوران الارض حول محورها وتتغير الزوايا الشمسية تبعا لذلك وهذا يتفق مع العديد من الباحثين [13,12,11,10,9,8,7] الذين بينوا ان طاقة الاشعاع الشمسي تزداد مع تقادم ساعات النهار وتصل الى اقصى قيمة لها عند منتصف النهار ثم تنخفض بعد ذلك. وكان معدل طاقة الاشعاع الشمسي في هذا الشهر 848.22 واط /م^2. لايحتاج هذا المجفف الى عملية توجيه باتجاه الشمس والجنوب بسبب شكله الدائري والشمس هي التي تدور عليه وتسقط عليه من جميع الاتجاهات وقابلية استفادته من الطاقة الشمسية تكون اكبر مايمكن.

اما بخصوص درجة الحرارة في المجفف الشمسي ، يظهر من الشكل 4 الذي يبين معدل درجة الحرارة في المجفف الشمسي . ان درجة الحرارة ازدادت معنويا مع تقادم ساعات النهار ووصلت الى اقصى قيمة لها عند منتصف النهار ثم انخفضت بعد ذلك لتصل الى اقل قيمة لها عند الساعة الرابعة عصرا . فعند ساعت النهار 8 ، 9 ، 10 ، 11 ، 12 ، 13 ، 14 ، 15 ، 16 كانت درجة الحرارة في المجفف الشمسي 40 ، 50 ، 58 ، 69 ، 72 ، 71 ، 66 ، 59 ، 44 ^{o}م على الترتيب.وكان معدل درجة الحرارة في المجفف الشمسي والجو 58.70 ، 38.66 ^{o}م على التوالي .هذا التغير في معدل درجة الحرارة في المجفف الشمسي خلال ساعات النهار يعود الى تغير طاقة الاشعاع الشمسي مع ساعات النهار مما ينعكس تاثيره على الطاقة الممتصة في المجفف الشمسي الذي بدوره يؤثر على ارتفاع او انخفاض درجة الحرارة فيه.

توضح الاشكال من 5 – 9 تغير نسبة الرطوبة للتفاح الاحمر والاصفر والبصل والنعناع والموز المجففة بالمجفف الشمسي والتجفيف الشمسي الطبيعي ، ان رطوبة جميع هذه الاغذية قد انخفضت معنويا مع زيادة زمن التجفيف .تطلب تجفيف التفاح الاحمر والاصفر الى رطوبة 5 ، 4 % على التوالي زمن مقداره 12 ، 13 ساعة على الترتيب بالمجفف الشمسي ، بينما تطلب زمن مقداره 14 ساعة لكليهما بالتجفيف الشمسي الطبيعي للوصول الى رطوبة مقدارها 10 %. تطلب البصل 13 ساعة للوصول الى رطوبة مقدارها 3 % بالمجفف الشمسي بينما تطلب 15 ساعة للوصول الى رطوبة مقدارها 9 % بالتجفيف الشمسي الطبيعي.

PDF Created with deskPDF PDF Writer - Trial :: http://www.docudesk.com

ومن الجدير بالذكر فقد لوحظ من خلال المشاهدة تلون التفاح الاحمر باللون البني عند تجفيفه بالتجفيف الشمسي الطبيعي والمجفف الشمسي عند عدم وجود طبقة السيلكون الشفاف بين طبقتي الزجاج ، واختفى التلون البني فيه عند وضع طبقة من السليكون الشفاف بين طبقتي الزجاج وهذا قد يعود الى ان السيلكون يعمل على منع مرور بعض الاشعة الكونية من خلاله التي تؤثر على التفاح الاحمر وربما تكون الاشعة فوق البنفسجية وقد يكون التفاح الاحمر حساسا جدا لهذه الاشعة.

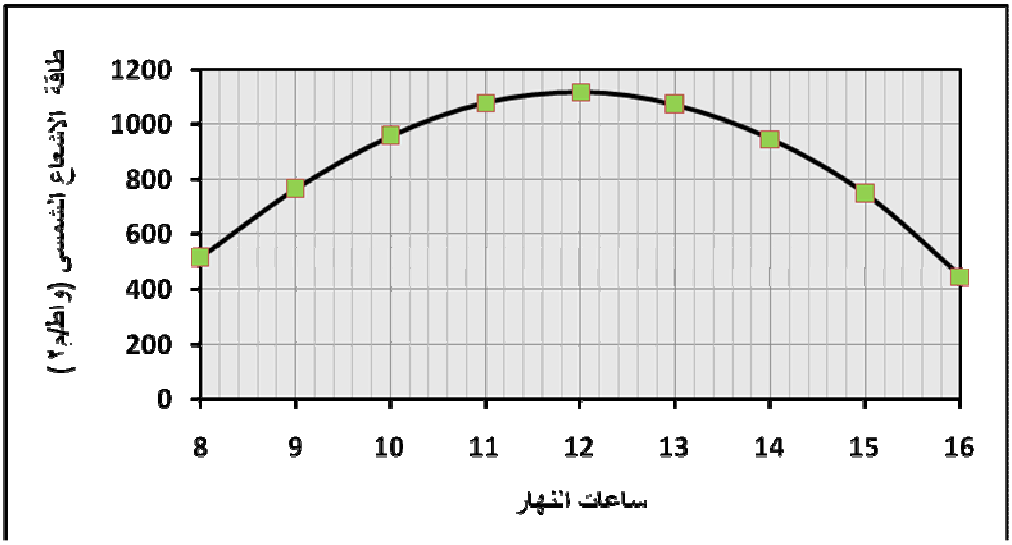
تطلب النعناع زمنا مقداره 9 ساعات لتجفيفه الى رطوبة 3 % ، 9 % بالمجفف الشمسي والتجفيف الشمسي الطبيعي على التوالي. اما عند تجفيف الموز فيظهر من النتائج في شكل 7 ان الفروقات بين المجفف الشمسي والتجفيف الشمسي الطبيعي ازدات معنويا مع زيادة زمن التجفيف ، وتشير النتائج الى ان تجفيف الموز بالتجفيف الشمسي الطبيعي تطلب زمنا كبيرا مقارنة مع المجفف الشمسي حيث تطلب تجفيفه بالمجفف الشمسي زمنا مقداره 14 ساعة للوصول الى رطوبة مقدارها 10 % بينما بالتجفيف الشمسي الطبيعي تطلب زمنا مقداره 16 ساعة للوصول الى رطوبة مقدارها 19 % ولوحظ ظهور تلون بني على الموز المجفف بالتجفيف الشمسي الطبيعي وهذا يشير الى تلفه وعدم الاستفادة منه اذ اصبح لونه غير مرغوب فيه بعكس المجفف الشمسي.

يوضح الشكل 10 الانتاجية السنوية للمجفف الشمسي حيث انه لم يظهر فرق معنوي بين انتاجية المجفف الشمسي بين الموز والنعناع وكذلك لم يظهر فرق معنوي بين التفاح الاحمر والاصفر والبصل . كما بينت النتائج ظهور فروقات معنوية بين التفاح الاحمر والاصفر وبين الموز والنعناع. واظهرت النتائج ان انتاجية كل من الموز والتفاح الاحمر والاصفر والنعناع والبصل كانت 600 ، 650 ، 650 ، 600 ، 650 كغم/سنة على التوالي.

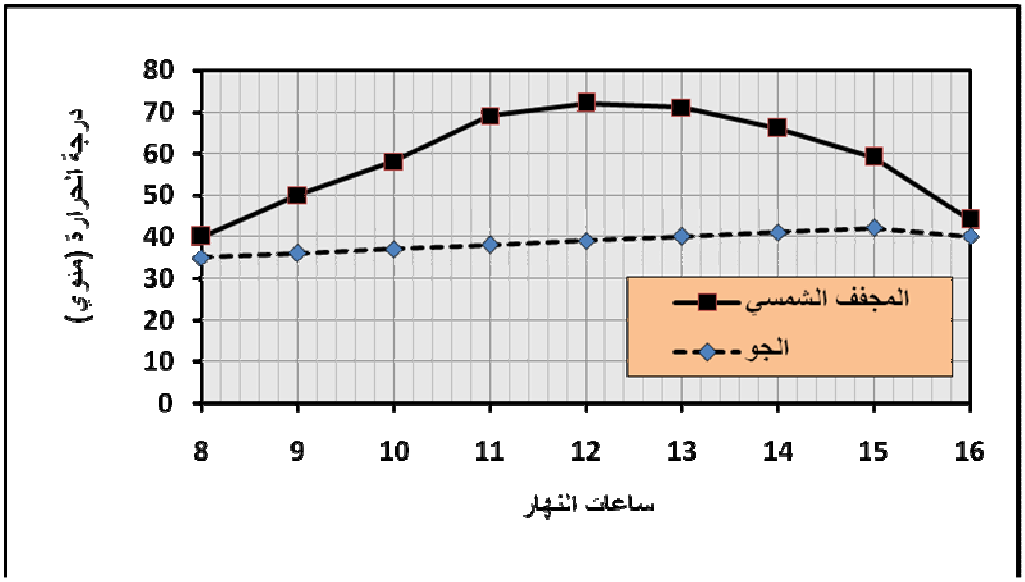
ان هذه الكميات المنتجة من الاغذية المجففة بوساطة المجفف الشمسي كافية لسد احتياجات المنازل بصورة كبيرة كما يمكن زيادة الانتاجية بشكل اكبر من خلال زيادة عدد المجففات الشمسية من هذا النوع وهي غير مكلفة وبسيطة وسهلة التصنيع وتساعد على التخلص من الاطارات التالفة والمسببة للتلوث البيئي بعد تحويرها الى مجففات شمسية مفيدة وتساعد على تقليل التلوث البيئي . علما ان كلفة تصنيع المجفف الشمسي الواحد 20000 دينار عراقي كما ان المواد الاولية متوفرة في الاسواق المحلية ورخيصة الثمن ومصدر الطاقة لها هو الاشعاع الشمسي وهو متوفر بغزارة في العراق.

يوضح الشكل 11 الذي يبين كفاءة تجفيف الاغذية بالمجفف الشمسي والتجفيف الشمسي الطبيعي تفوق المجفف الشمسي على التجفيف الشمسي الطبيعي لجميع الاغذية فقد كانت كفاءة التجفيف بالمجفف الشمسي 88 ، 89 ، 86 ، 87 % للبصل والنعناع والتفاح الاصفر والاحمر والموز على الترتيب وكانت الكفاءة عند التجفيف الشمسي الطبيعي 44 ، 45 ، 39 ، 41 ، 44 % على التوالي . وهذا يعود الى زيادة الطاقة المتوفرة للتجفيف نتيجة زيادة الطاقة الممتصة من قبل المجفف الشمسي وتحويلها الى طاقة حرارية اضافة الى ذلك فان الفقد الحراري قليل جدا بسبب عزل المجفف بمادة الرغوة عن المحيط الخارجي وكذلك بسبب اللون الاسود للاطار الذي يعمل على كسب طاقة الاشعاع الشمسي الساقطة عليه وتحويلها الى حرارة مما يزيد في ارتفاع درجة حرارته مؤديا الى خفض كمية الطاقة المتسربة الى الجو عن طريقه. اضافة الى وجود الزجاج على شكل طبقتين يفصل بينهما مادة السيلكون الشفاف الذي يعد عازلا اذ يعمل مع الزجاج على منع خروج الاشعة الحرارية من خلاله الى الجو وعليه فان الطاقة الساقطة عليه تستغل بصورة كبيرة وتحويل الجزء الاعظم منها الى طاقة حرارية تعمل على تجفيف الاغذية.

PDF Created with deskPDF PDF Writer - Trial :: http://www.docudesk.com

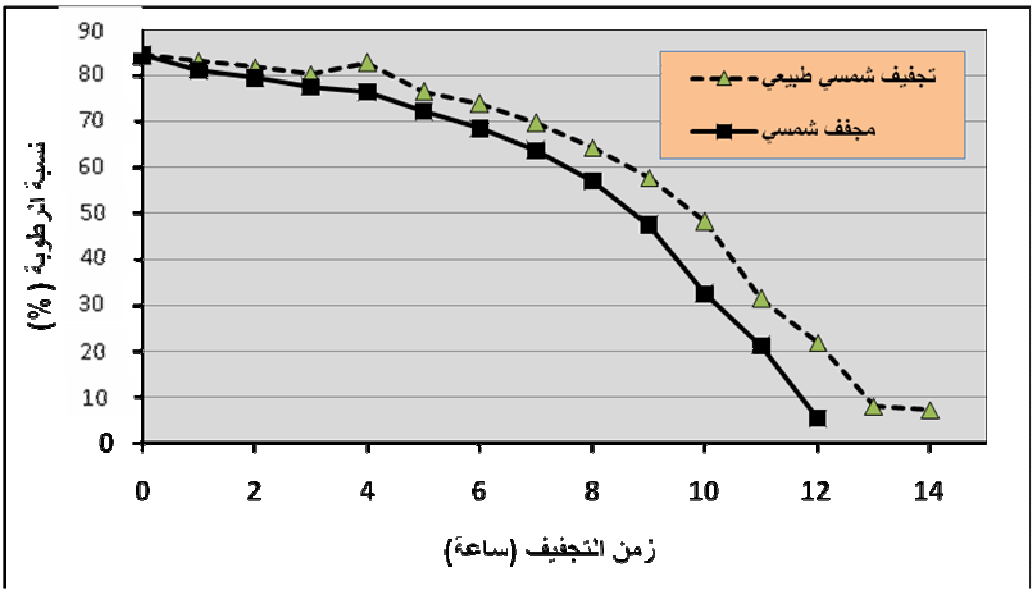


شكل 3: معدل طاقة الاشعاع الشمسي خلال ساعات النهار لشهر اذار

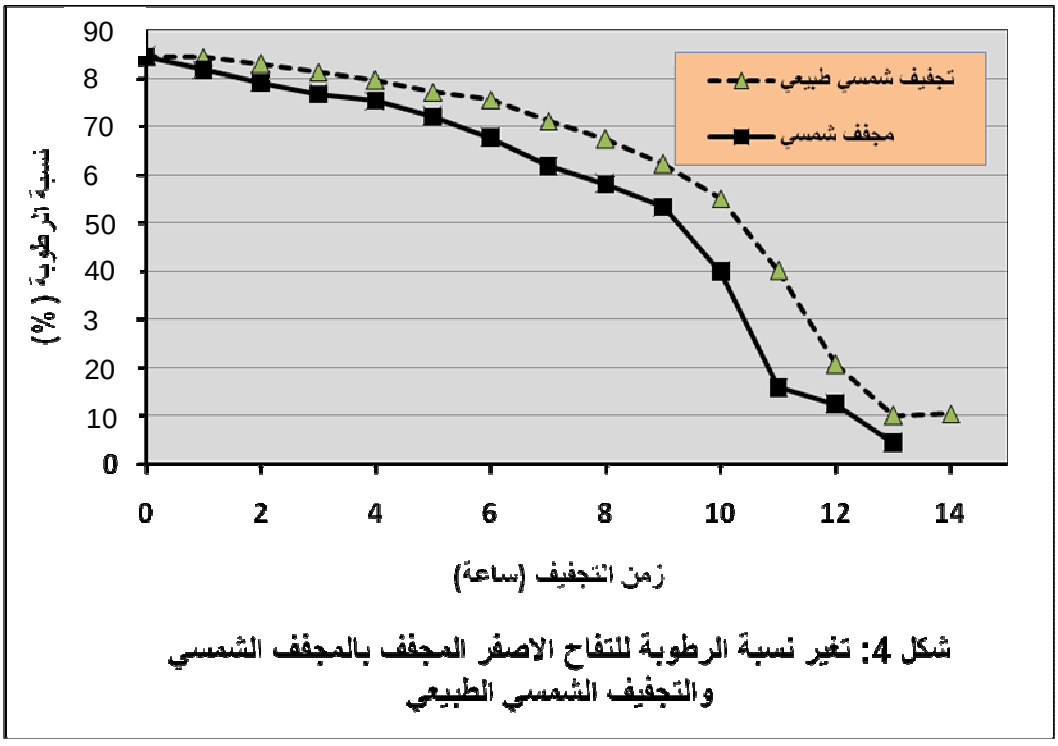


شكل 4: معدل درجة الحرارة في المجفف الشمسي

PDF Created with deskPDF PDF Writer - Trial :: http://www.docudesk.com

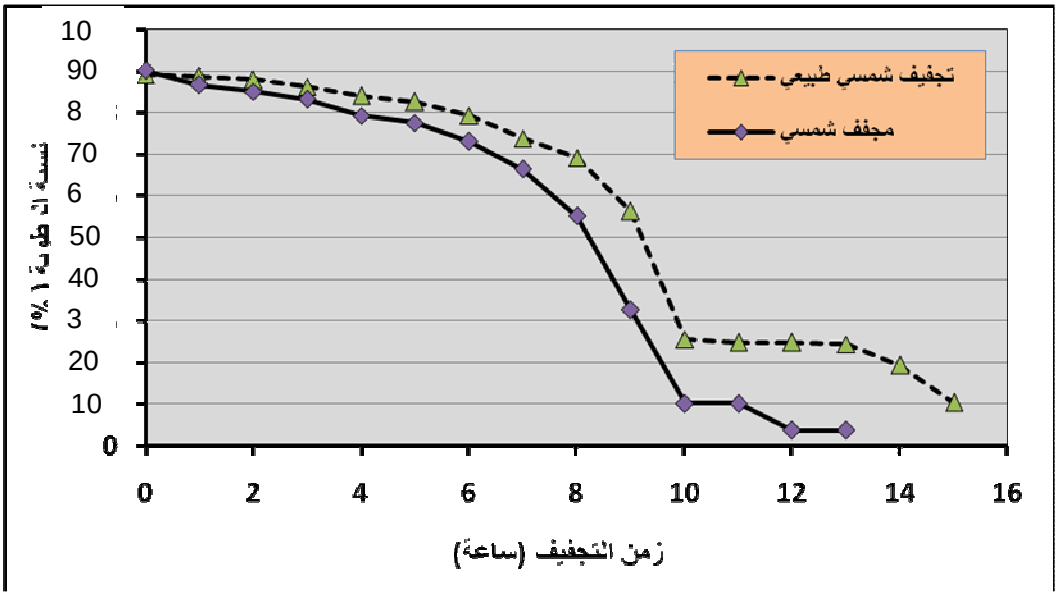


شكل 5: تغير نسبة الرطوبة للتفاح الاحمر المجفف بالمجفف الشمسي والتجفيف الشمسي الطبيعي

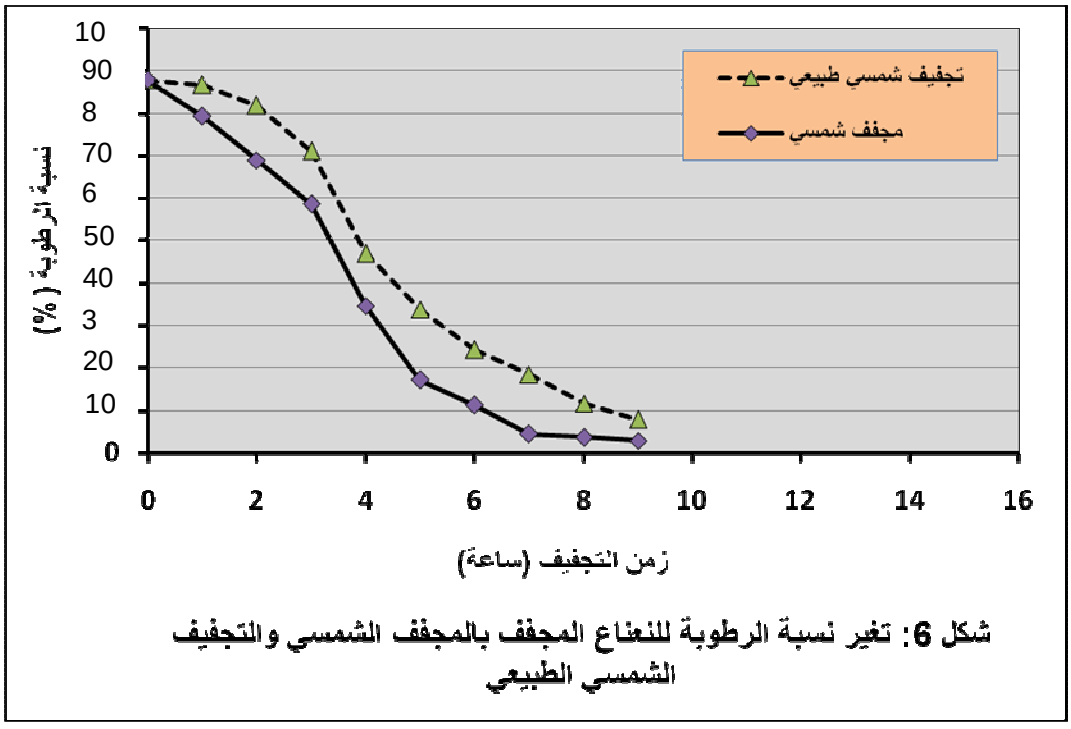


شكل 4: تغير نسبة الرطوبة للتفاح الاصفر المجفف بالمجفف الشمسي والتجفيف الشمسي الطبيعي

PDF Created with deskPDF PDF Writer - Trial :: http://www.docudesk.com

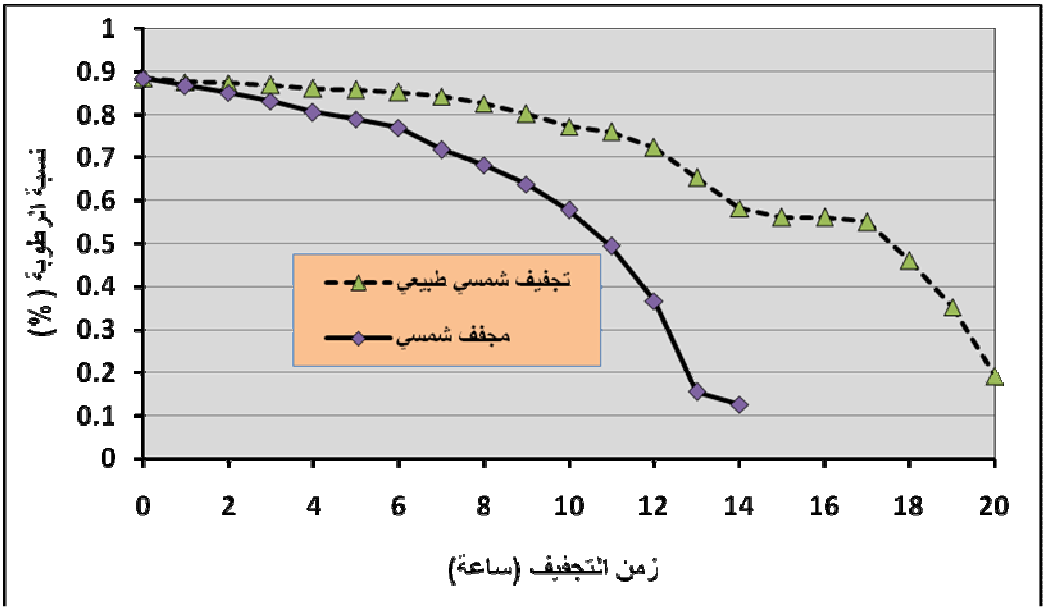


شكل 7: تغير نسبة الرطوبة للبصل المجفف بالمجفف الشمسي والتجفيف الشمسي الطبيعي

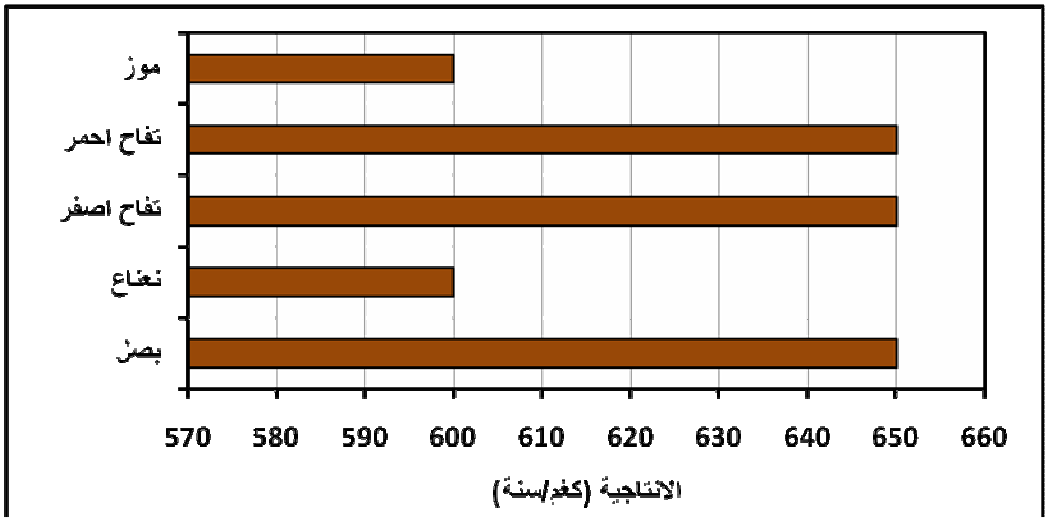


شكل 6: تغير نسبة الرطوبة للنعناع المجفف بالمجفف الشمسي والتجفيف الشمسي الطبيعي

PDF Created with deskPDF PDF Writer - Trial :: http://www.docudesk.com

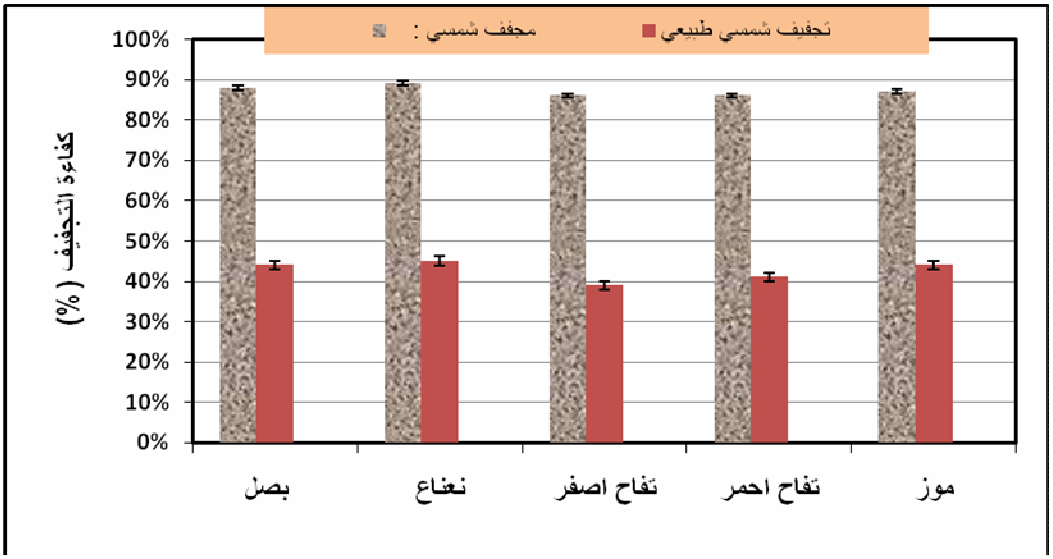


شكل 9: تغير نسبة الرطوبة للموز المجفف بالمجفف الشمسي والتجفيف الشمسي الطبيعي



شكل 10: الانتاجية السنوية للمجفف الشمسي

PDF Created with deskPDF PDF Writer - Trial :: http://www.docudesk.com



شكل 11 : كفاءة تجفيف الاغذية بالمجفف الشمسي والتجفيف الشمسي الطبيعي

الاستنتاجات

1-طاقة الاشعاع الشمسي ازدادت مع تقادم ساعات النهار ووصلت الى اقصى قيمة لها عند منصف النهار ثم انخفضت وكان معدلها خلال شهر اذار 848.22 واط/م^2.

2-درجة الحرارة في المجفف الشمسي ازدادت مع زيادة ساعات النهار ووصلت الى اقصى قيمة لها عند منتصف النهار ثم انخفضت وكان معدلها 58.7 ^{o}م.

3-نسبة الرطوبة انخفضت مع زيادة زمن التجفيف للمو.ز والتفاح الاحمر والاصفر والنعناع والبصل.

4-زمن التجفيف بالمجفف الشمسي اقل منه عند التجفيف الشمسي الطبيعي.

5-انتاجية المجفف الشمسي تراوحت بين 600-650 كغم/سنة.

6-كفاءة التجفيف تراوحت بين 84 – 89 % في المجفف الشمسي و 39 – 43 % في التجفيف الشمسي الطبيعي.

7-استعمال السيلكون الشفاف ادى الى منع حدوث التلون البني ولاسيما في التفاح الاحمر.

8-يمكن استعمال الاطارات القديمة كمجففات شمسية ذات كفاءة عالية.

9-لايحتاج هذا المجفف الى عملية توجيه باتجاه الشمس والجنوب بسبب شكله الدائري والشمس هي التي تدور عليه وتسقط عليه من جميع الاتجاهات وقابلية استفادته من الطاقة تكون اكبر مايمكن.

المصادر

1-I. T. D. C. (2004). http//www.mdg.org.

2-K. Lutz, W. Muhlbauer, J. Muller & G. Reisinger . Solar Wind Technology.4: 17-24(1987).

3-M. A. Basunia & T. Abe. J. of Food Eng., Great Britain, V.47,pp.295-301.(2001).

PDF Created with deskPDF PDF Writer - Trial :: http://www.docudesk.com

13-الحلفي[a]، اسعد رحمن و مجيد، غياث حميد و يعقـوب، قاسم يوسف. مجلة البصرة للعلوم الزراعية العـدد (خاص) المجلد 21 (2008).

14-N.T.I.S. Report No.A360.33. Washington, Dc:U.S. Peace corps (1982).

15- D. Scanlin. Home power #57 . (1997).

16-الحلفي، اسعد رحمن. مجلة البـصرة لابحـاث نخلـة التمر.العدد 1 و 2 (2007).

17- الحلفي[b]، اسعد رحمن و مجيد، غياث حميد و يعقوب، قاسم يوسف. مجلة البصرة للعلوم الزراعية العـدد (خاص) المجلد 21 (2008).

18-المياحي، ايات عبد الامير جاسم . تحضير اغذية اطفال علاجية باستخدام الحليب وطحين الارز وتـدعيمها بالعناصر المعدنية من مصادر طبيعية للوقاية مـن سوء التغذية. رسالة ماجستير. قسم علوم الاغذية . كلية الزراعة جامعة البصرة.(2009).

19- A.O.A.C. Official Methode of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist 14th ed. Published by the Association of Official Analytical Chemist s , Arlington , Virginia , 22209 USA . (1984).

20-الراوي ، خاشع محمود وعبد العزيز ، خلف الله. تصميم وتحليل التجارب الزراعية. دار الكتـب للطباعـة والنشر . جامعة الموصل . العراق. (2000).

21- **SPSS.** statistical package for window ver . 17 .OChicago : Spss . Inc. ,(2009)

4-S. Aboul-Enein, M. R. A. Ramadan & H. G. El-Gohary. Energy convertion & Mangment 43:2251-2266. (2002).

5- O. V. Ekedukuwa , & B. Norton. Review of solar energy drying system II .An over view of solar drying technology – energy conservation and management . 3 , pp. 615-655 . (1999).

6- P. J. Lunde. Solar thermal engineering . Willey , New York . (1980).

7- S. Krauter & F. Ochs . An All – in – one solar home system . R10 02 – world climate & energy events , January 6 – 11 , (2002) .

8- T. Saleh & M.A.R. Sarkar. Accepted for presentation at the technical session of the 8th International and symposium for Renewable Energy Education (ISREE – 8) to be held at orlando . Univ. of Florida , U.S.A. from August 4-8 . (2002).

9- S. Singh, P.P. Singh & S.S. Dhaliwal. Renewable energy 29 , pp. 753-765 . (2004).

10- D.L. George, M.L. Gupta & F. Sinon. J.of Candian Biosystems Engineering Vol. 46 . (2004).

11-الحلفي، اسعد رحمن.تطوير مجفف شمـسي ودراسـة كفاءته في تجفيف بعض الفواكه والخضر. اطروحة دكتوراه ، قسم علوم الاغذية ، كلية ، الزراعـة ، جامعة البصرة. (2006).

12-الحلفي، اسعد رحمن و منصور، غادة عبدالله و عيسى، هالة يحيى و جراد، بشرى بدر. مقبول للنشر في مجلة ابحاث البصرة (العلميات) (2009).

PDF Created with deskPDF PDF Writer - Trial :: http://www.docudesk.com

Modification of a damaged tires to direct solar dryer and studying its efficiency in food drying

A. R. S. Al-Hilphy

Food Science & Biotechnology – Agric. College – Basrah Univ. – Basrah – Iraq

asaadrehman@yahoo.com

Abstract

A damaged cars tires was modificated to direct solar dryer for food drying by solar energy. Its consist of old tire, insulator, wood base, glass two lyres and they separated by silicon, ventilation ports, stainless steel basin, hygroscopic and thermometer. A 5 Kg solar dryer capacity from fresh food (banana, red apple, yellow apple and onion). The result showed the average available solar energy in Basrah city during march is 848.22 W/m^2. Average temperature in the solar dryer in march is 62 ^oC and average food moisture was significantly degreased with increasing drying time, the decreasing of moisture content by solar dryer was higher than natural sun drying and food drying time by solar dryer was significantly lower than natural sun drying. Solar dryer productivity was between 600 – 650 kg/year, while drying efficiency by using solar dryer was between 84 – 89 % and its by natural sun drying was between 39 – 43 %

Key words: solar dryers, solar energy, tire**s.**

PDF Created with deskPDF PDF Writer - Trial :: http://www.docudesk.com