

## تصميم وتصنيع واختبار مجفف شمسي شبه مختلط لتجفيف التمر

اسعد رحمن الحلفي

قسم علوم الاغذية والتقانات الاحيائية- كلية الزراعة - جامعة البصرة

### الخلاصة

تم تصميم وتصنيع واختبار مجفف شمسي شبه مختلط لتجفيف التمر ، يتكون من غطاء بلاستيكي واخر زجاجي واسلاك امتصاص معدنية وحوض لونهما اسود غير لامع ومدخنة ومجمع شمسي انبوبي صغير مثبت على هيكل حديدي بشكل مفصلي .

اظهرت النتائج ان معدل طاقة الاشعاع الشمسي المتوفرة في مدينة البصرة في شهر ايلول هي  $764,30 \text{ W/m}^2$  وهي كافية لتشغيل المجفف الشمسي، ووصل معدل درجة الحرارة في المجفف الشمسي الى  $72^\circ\text{C}$

انخفض المحتوى الرطوبي للتمر مع زيادة زمن التجفيف وكان مقدار الانخفاض اعلى عند استعمال المجفف الشمسي منه عند استعمال التجفيف الشمسي الطبيعي .

لم يحصل امتصاص للرطوبة من الجو عند استعمال المجفف الشمسي مقارنة مع التجفيف الشمسي الطبيعي للتمر. انخفضت كفاءة التجفيف اليومية مع زيادة زمن التجفيف وكانت اعلى للمجفف الشمسي منه للتجفيف الشمسي الطبيعي.

## ١ - المقدمة

تجفف التمور في السابق مباشرة تحت اشعة الشمس وعلى سعف النخيل الجاف وهذه الطريقة لها سلبيات كثيرة منها ان اللون عادة يكون غامق نتيجة لارتفاع درجة الحرارة و سطوع الشمس الطويل وكثرة الاوساخ والاتربة ومهاجمة الحشرات وطول مدة التجفيف .

طورت هذه الفكرة الى عمل مسطحات من الاسمنت او السيراميك وتفرش الثمار على اغطية من البلاستيك فوق هذه المسطحات وهذه الطريقة قللت من بعض الجوانب السلبية وتبع هذا التغيير استخدام البيت البلاستيكي المفرغ وهذه الطريقة ساعدت على تحسن اللون وابعاد الثمار عن الاوساخ والاتربة ومهاجمة الحشرات.

ان استخدام غرف التجفيف ساهم بشكل قوي في تقليل السلبيات مثل الحفاظ على اللون من الدكنة وتقليل مدة التجفيف فأصبحت في المتوسط ٤٨ ساعة ، وقللت من الفاقد في ثمار النخيل المتأخرة في النضج ان هذه الثمار لاتصل الى مرحلة النضج بسبب برودة الجو ، كما انها قللت من الفاقد في الثمار في المناطق ذات الرطوبة العالية حيث ان الثمار تصاب بالتعفن بسبب الرطوبة الزائدة وفقد الحاصل (ابراهيم ، ٢٠٠٦).

صمم (Ampratwum , 1998) مجفف شمسي من النوع المباشر للتمر وبلغت مدة التجفيف فيه ١٤ يوم اذ انخفض زمن التجفيف بأستخدام المجفف الشمسي الى ٢% مقارنة مع التجفيف الشمسي الطبيعي .

ان الثمار عندما تجفف في المسطحات الاسمنتية او السيراميكية او المجففات الشمسية المباشرة فأنها يتعرض الى الاشعاع الشمسي مما يسبب فقد في القيمة الغذائية لها (الحلبي ، ٢٠٠٦). وهذا يعود الى ان اشعة الشمس المباشرة تحتوي على الأشعة فوق البنفسجية التي تؤدي الى تفكك الكربوهيدرات ويتفكك ٤٠% من سلاسل النشا وتقل لزوجته كما انها تؤثر على مضادات الاكسدة الطبيعية الموجودة في الزيوت فتكون بيروكسيدات بدرجة عالية وكذلك تؤثر على الاركوستيروول وتحوله الى فيتأمين D ، وزيادة الحموضة الكلية كما انها تؤدي الى فقد الصبغات الموجودة في خلايا الفواكه. ، كما ان استعمال غرف التجفيف التي تعمل بالطاقة الكهربائية تكون عملية التجفيف فيها مكلفة وتسبب التصلب السطحي للاغذية المجففة فيها وخفض نوعيتها (الحكيم وعبد علي ، ١٩٨٧)

توجد انواع مختلفة من المجففات الشمسية مثل تلك التي تعمل بالحمل الطبيعي او القسري وقد تكون مباشرة اذ يتعرض الغذاء فيها الى الاشعاع الشمسي ، او غير مباشرة وفيها لا يتعرض الغذاء الى الاشعاع الشمسي او تكون مختلطة اذ تجمع بين النوعين المباشر وغير المباشر وقد تكون هجينة حيث انها مزودة بسخان كهربائي ومروحة . ( Ekedukuwa & Norton, 1999 )

تهدف الدراسة الحالية الى تصميم وتصنيع مجفف شمسي شبه مختلط يحتاج الى مساحة قليلة ويكون التمر فيه مظلل من الاشعاع الشمسي وهو يجمع بين مميزات المجففات الشمسية المختلطة والمباشرة وغير المباشرة ذات الجريان الطبيعي واختبار كفاءته اليومية مقارنة مع طريقة التجفيف الشمسي الطبيعي وهي الطريقة السائدة لتجفيف التمر في قطرنا .

## ٢- مواد وطرائق العمل

## ٢-١ تصميم المجفف الشمسي :

لأجل تصميم المجفف الشمسي ينبغي معرفة الجزء الفعال فيه وهو مساحة صفيحة الامتصاص ، اذ ان هنالك علاقة ما بينهما وبين كمية المادة المراد تجفيفها ونسبة الرطوبة فيها ومقدار طاقة الاشعاع الشمسي المتوفرة وحسب المعادلة الاتية (الحلبي ، ٢٠٠٦) :

$$A_c = \frac{W \left[ \left[ (0.008R) + 0.2 \right] \times 4.18 (T_d - T_f) + 2251.76 (\bar{x}_1 - \bar{x}_2) \right]}{t \left[ F_R \left[ I_T (\tau\alpha)_e - U_L (T_i - T_a) \right] \right]} \dots\dots\dots (1)$$

وافترض ان درجة حرارة الهواء الداخل الى المجمع الشمسي = درجة حرارة الجو

$A_c$  : مساحة المجمع الشمسي ( $m^2$ )

$W$  : الوزن الرطب للتمر (kg)

$R$  : وزن الماء في التمر

$T_d$  : درجة حرارة الهواء في المجفف الشمسي ( $^{\circ}C$ )

$T_f$  : درجة حرارة التمر ( $^{\circ}C$ )

$t$  : زمن التجفيف (s)

$I_T$  : طاقة الاشعاع الشمسي ( $W/m^2$ )

$(\tau\alpha)_e$  : حاصل الامتصاصية الانفاذية المؤثر

$U_L$  : معامل الفقدان الحراري الكلي ( $W/m^2^{\circ}C$ )

$T_i$  : درجة حرارة الهواء الداخل الى المجمع الشمسي ( $^{\circ}C$ )

$T_a$  : درجة حرارة الجو ( $^{\circ}C$ )

$\bar{x}_1$  : المحتوى الرطوبي الابتدائي (%)

$\bar{x}_2$  : المحتوى الرطوبي النهائي (%)

$F_R$  : معامل الانتزاع الحراري وقيمته للمجمعات الشمسية حوالي ٠,٧ (Garg , 1987)

ان قيمة كل من  $(\tau)$  ( $\alpha$ ) هي حوالي ٠,٨٥ و ٠,٩٥ على التوالي (Garg , 1987)

حسبت طاقة الاشعاع الشمسي من المعادلة الاتية والمبينة بشكل مفصل في (Lunde , 1983):

$$I_T = I_{DN} * \left[ \cos\theta_1 + C \frac{(1 + \cos\beta)}{2} + \rho_1 (\sin\alpha + C) \frac{(1 - \cos\beta)}{2} \right] \dots\dots\dots (2)$$

$\beta$  : زاوية ميل المجمع الشمسي (deg.) Inclination Angle

$\rho_1$  : الانعكاسية الارضية Surface Reflectivity

$\theta_1$  : زاوية سقوط الإشعاع الشمسي على المجمع الشمسي Incidence Angle

$I_{DN}$  : شدة الإشعاع الشمسي الساقط على سطح عمودي على مساره ( $W/m^2$ )

$\alpha$  : زاوية ارتفاع الشمس (deg.) Suns Altitude

C : معامل الأشعة الشمسية المنتشرة

يمكن حساب الزمن الكلي اللازم للتجفيف والذي يمثل زمن التجفيف لمرحلة المعدل الثابت والمتناقص وكالاتي (Singh & Helman , 1993) :

$$t = \frac{x_1 - x_c}{R_c} + \frac{x_c}{R_c} \ln\left(\frac{x_c}{x_2}\right) \dots\dots\dots(3)$$

$x_1$  : المحتوى الرطوبي الاولي (kg<sub>H2O</sub>/kg solid)

$x_c$  : المحتوى الرطوبي الحرج (kg<sub>H2O</sub>/kg solid)

$x_2$  : المحتوى الرطوبي النهائي (kg<sub>H2O</sub>/kg solid)

$R_c$  : معدل التجفيف الثابت (kg/kg hr)

$$\frac{dx}{dt} = R_c = \frac{h(T_d - T_f)}{\lambda} \frac{A}{M_s} \dots\dots\dots(4)$$

حيث:

A : المساحة السطحية المعرضة للتجفيف (m<sup>2</sup>)

$M_s$  : كتلة المواد الصلبة الجافة (kg)

h : معامل الانتقال الحراري (W/m<sup>2</sup> °C)

$\lambda$  : الطاقة الحرارية الكامنة (kJ/kg)

يمكن حساب معامل الانتقال الحراري من المعادلة الاتية (الحلبي ، ٢٠٠٦):

$$h = \left[ 2 + 0.6 \left( \frac{c_p \mu}{k} \right)^{\frac{1}{3}} \left[ \frac{2 g (T_d - T_f) L^3 \rho^2}{(T_d + T_f) \mu^2} \right]^{\frac{1}{4}} \right] \frac{k}{L} \dots\dots\dots(5)$$

حيث :

$T_d$  : درجة الحرارة داخل غرفة التجفيف (K)

$T_f$  : درجة حرارة المادة الغذائية (K)

g : التعجيل الارضي (m/s<sup>2</sup>)

$\rho$  : كثافة الهواء (kg/m<sup>3</sup>)

$\mu$  : اللزوجة (N.s/m<sup>2</sup>)

k : الموصلية الحرارية للهواء (W/m.K)

L : سمك المادة الغذائية (m)

$c_p$  : الحرارة النوعية للهواء (kJ/kg K)

## ٢-٢ حساب كفاءة التجفيف اليومية:

وتحسب من المعادلة الآتية (EL-Sebaai et al. , 2002)

$$\eta_d = \frac{(x_t - x_f)w\lambda(x_1 + 1)}{I_T A_C t} \times 100 \dots \dots \dots (6)$$

حيث:

$\eta_d$ : كفاءة التجفيف اليومية (%)

$x_t$ : المحتوى الرطوبي عند زمن معين (kg<sub>H2O</sub>/kg solid)

$x_f$ : المحتوى الرطوبي المراد الوصول اليه (kg<sub>H2O</sub>/kg solid)

## ٢-٣ حساب رطوبة التمر مع الزمن :

في هذه الحالة لابد من حساب قيمة ثابت التجفيف نظريا وكالاتي:

يحسب معدل التجفيف من المعادلة الآتية :

$$\frac{dx}{dt} = -k(x - x_e) \dots \dots \dots (7)$$

عند تعويض المعادلة (٤) بالمعادلة (٧) واستخراج قيمة ثابت التجفيف ينتج:

$$k = \frac{hA(T_d - T_f)}{\lambda M_s (x - x_e)} \dots \dots \dots (8)$$

حيث:

$k$ : ثابت التجفيف ( $h^{-1}$ )

بأعادة ترتيب المعادلة (٧) وتكامل طرفيها وحلها بطريقة الفروقات المحددة ينتج:

$$x_{t+1} = x_e + (x_t - x_e) \exp(-k\Delta t) \dots \dots \dots (9)$$

$x_{t+1}$ : المحتوى الرطوبي للتمر عند مرور زمن معين (kg<sub>H2O</sub>/kg solid)

$x_e$ : المحتوى الرطوبي المتوازن (kg<sub>H2O</sub>/kg solid)

$x_t$ : المحتوى الرطوبي للتمر عند فقد كم معين من الرطوبة (kg<sub>H2O</sub>/kg solid)

## ١- تركيب المجفف الشمسي وطريقة عمله :

ينكون هذا المجفف كما في شكل (١) من هيكل خشبي طوله ٧٦ cm وعرضه ٢٠,٥ cm وارتفاعه ١٠ cm وسمكه ٢,٥ cm يحتوي على مادة عازلة من الصوف سمكها ٢,٥ cm ثم حوض مصنوع من الحديد المطاوع سمك ٠,١ cm طوله ٧٠,٥ cm وعمقه ٤,٨ cm استنادا الى نتيجة المعادلة (١) لونه اسود وغير لامع في حافته العلوية خشوة مانعة لتسرب الهواء يوضع في هذا الحوض التمر المراد تجفيفه . وطاقته الاستيعابية ٦ kg .

توجد اسلاك امتصاص معدنية سوداء على بعد ٥ cm من قاع الحوض تعمل على امتصاص طاقة الاشعاع الشمسي وتسخين الهواء الملامس لها وتظليل الغذاء الموجود في الحوض من اشعة الشمس ثم وضع غطاء زجاجي سمك ٠,٦ cm على بعد ٧,٥ cm من اسلاك الامتصاص ثم وضع غطاء بلاستيكي شفاف على بعد ٥ cm من الغطاء الزجاجي وهذا لغرض تقليل الفقدان الحراري العلوي من المجفف حيث تكون هنالك فجوة هوائية معزولة بينهما . يوجد هنالك نابض يلتف حول المجفف ويقوم بكبس الغطاءين البلاستيكي والزجاجي على الحوض بصورة محكمة .  
وضع المجفف على هيكل حديدي مزود بثلاث مفاصل بحيث يمكن تغيير زاوية ميله حسب خطوط العرض للمنطقة التي يستعمل بها .

زود هذا المجفف بمجمع شمسي انبوبي لسحب الهواء من الجو وتسخينه وهو مكون من انبوب من الحديد المغلوق ذو لون اسود غير لامع طوله ٤٠ cm محاط بالخشب الصاج سمك ٢,٥ cm من ثلاث جوانب ومن المقدمة والمؤخرة وغطائين زجاجيين سمك الواحدة منهما ٠,٣ cm فوق الانبوب ومزود بغطاء بلاستيكي لغرض منع دخول الهواء الى المجفف اثناء الليل وكذلك الحشرات .  
ويحتوي هذا المجفف على مدخنة تعمل على سحب الهواء المحمل بالرطوبة من المجفف الشمسي الى الخارج طولها ١ m وقطرها ١,٢٥ cm

عندما يراد تجفيف التمر فإنه يوضع في الحوض ويعاد كبس الغطاء البلاستيكي والزجاجي بواسطة النابض وبشكل محكم بحيث يمنع تسرب الهواء من والى المجفف ثم يوضع المجفف بزاوية ٢٠ درجة صيفا او ٤٠ درجة شتاءً ويوجه باتجاه الجنوب .

عندما يسقط الاشعاع الشمسي على الغطاء البلاستيكي فإن جزء كبير منه سينفذ على الغطاء الزجاجي ثم ينفذ وتمتصه اسلاك الامتصاص المعدنية وقسم منه يمتصه الحوض فيؤدي الى تسخين الحوض والتمر معا وبالوقت نفسه فإن المجمع الشمسي الانبوبي الموجود في المقدمة سوف يسخن الهواء بفعل طاقة الاشعاع الشمسي الساقطة عليها مما تؤدي الى تسخين الهواء الموجود في الانبوب ونقل كثافته ويزداد حجمه ويتحرك بسرعة الى داخل المجفف وتزداد حركة الهواء الداخل مع زيادة طاقة الاشعاع الشمسي .

## الحسابات العملية:

١- قياس طاقة الاشعاع الشمسي ودرجة الحرارة:

صنع شركة CM11 قيست طاقة الاشعاع الشمسي بواسطة جهاز البايرونوميتر من نوع Kipp & Zonen , Holland قيست درجة الحرارة بواسطة مزدوجات حرارية من نوع نحاس-كونستنتان وقيست درجة حرارة الجو بواسطة محرار زئبقي انكليزي الصنع .

٢- النسبة المئوية لاعادة امتصاص الرطوبة  $R_a$  :

وهي النسبة بين المحتوى الرطوبي اثناء الليل الى المحتوى الرطوبي عند الشروق خلال اليوم وتحسب من المعادلة الاتية (Norton et al. , 1987) :

$$R_a = [(x_{sr} - x_{ss}) / x_{ss}] \times 100 \dots \dots \dots (10)$$

حيث:

 $x_{sr}$ : نسبة الرطوبة في التمر عند شروق الشمس (%) $x_{ss}$ : نسبة الرطوبة في التمر عند غروب الشمس (%)

استعمل ٦ kg من التمر صنف البريم في كل من المجفف الشبه مختلط والتجفيف الشمسي الطبيعي.

٢- كفاءة التجفيف اليومية :

وتحسب من المعادلة الاتية (EL-Sebaili et al. , 2002) :

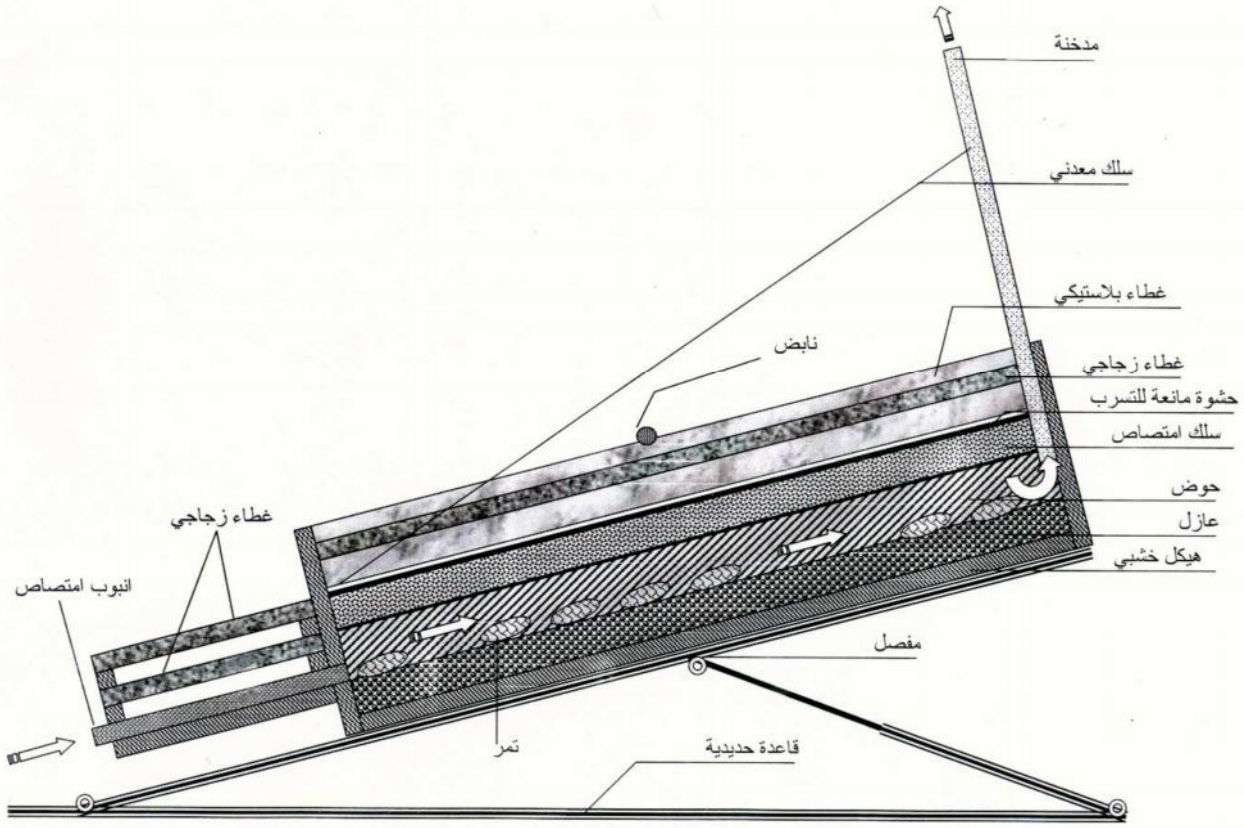
$$\eta_{da} = \frac{(x_i - x_f) w \lambda / (x_i + 1)}{I_{Ta} A_C t_a} \times 100 \dots \dots \dots (11)$$

حيث:

 $\eta_{da}$  كفاءة التجفيف اليومية: (%) $I_{Ta}$ : طاقة الاشعاع الشمسي المقاسة ( $W/m^2$ ) $t_a$ : زمن التجفيف المقاس (s).

٤- قياس الرطوبة في التمر :

قدرت نسبة الرطوبة في العينات الطازجة بوزنها قبل التجفيف ثم جفت على درجة حرارة ١٠٥ لحين ثبات الوزن . كما قدرت نسبة الرطوبة في الاغذية المجففة في ازمان مختلفة من عملية التجفيف وذلك بقياس الوزن عند كل مدة زمنية محددة (A.O.A.C,1984).



شكل (١): مقطع رأسي للمجفف الشمسي الشبيه مختلط

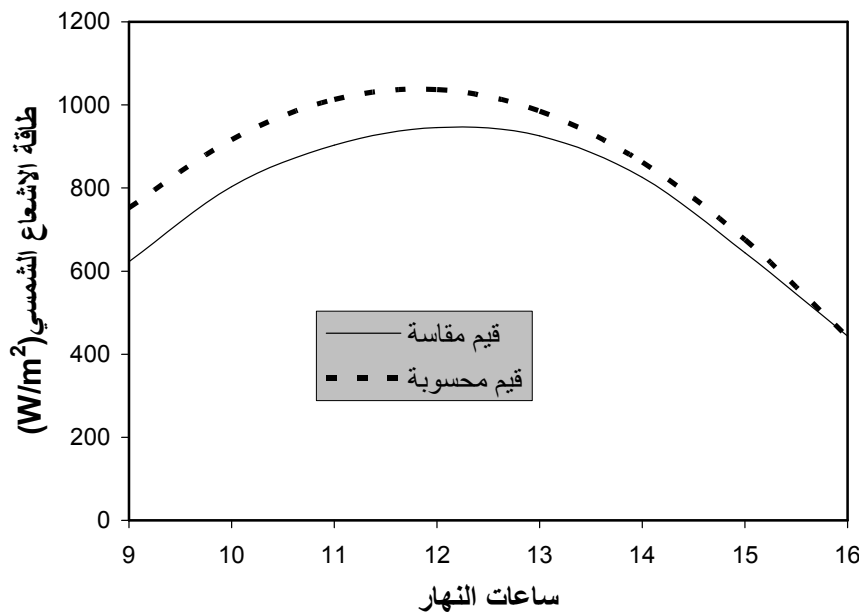


شكل (٢): صورة فوتوغرافية للمجفف الشمسي الشبيه مختلط



## النتائج والمناقشة

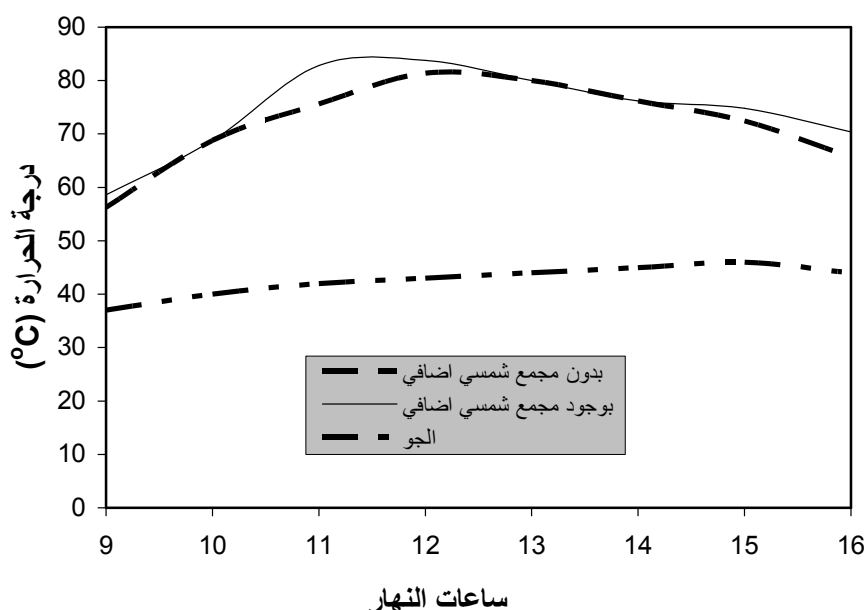
يلاحظ من الشكل (١) ان طاقة الاشعاع الشمسي المحسوبة والمقاسة ازدادت مع زيادة ساعات النهار ووصلت الى اقصى قيمة لها عند منتصف النهار وبلغت  $1036$  و  $946$   $W/m^2$  ثم انخفضت بعد ذلك ، كما نلاحظ ان الاختلافات بين القيم المحسوبة والمقاسة تقل مع زيادة ساعات النهار ، ان السبب في ظهور الاختلافات بين طاقة الإشعاع الشمسي النظرية والعملية يعود الى ان القيم النظرية المعتمدة على شدة الاشعة الشمسية خارج الغلاف الجوي ومعامل الاضمحلال الجوي ومعامل الاشعة الشمسية المنتشرة محسوبة لمدن الولايات المتحدة الامريكية من قبل محطات الارصاد الجوية فيها ، وان ظروف تلك المدن تختلف عن ظروف مدينة البصرة مما ادى الى حدوث هذه الاختلافات . كما ان تصاعد غبار خفيف في الجو يقلل من طاقة الإشعاع الشمسي الكلي المقاس على الرغم من بقاء السماء صافية وتعد هذه ميزة ملازمة لمناخ مدينة البصرة الصيفي اذ يتصاعد الغبار في معظم الأيام بعد الظهر .



شكل (١) معدل طاقة الاشعاع الشمسي المحسوب والمقاس لشهر ايلول ٢٠٠٦

يوضح الشكل (٢) ان درجة الحرارة في المجفف الشمسي المزود بمجمع انبوبي وبدونه ازدادت مع زيادة ساعات النهار ووصلت الى اقصى قيمة لها عند منتصف النهار وبلغت  $83$  و  $81$   $^{\circ}C$  على التوالي ، وهذا بسبب تغير طاقة الاشعاع الشمسي الساقطة على المجفف الشمسي مع ساعات النهار ، اذ تؤدي الى رفع درجة الحرارة في المجفف الشمسي بسبب زيادة الطاقة الممتصة والطاقة المنتزعة مع زيادة ساعات النهار .

كما نلاحظ من الشكل (٢) ان درجة الحرارة في المجفف الشمسي المضاف اليه مجمع انبوبي صغير كانت اعلى منها عند عدم إضافته ، وهذا يعود الى ان الاخير يؤدي الى تسخين اولي للهواء المار من خلاله الى المجفف الشمسي مما يؤدي الى رفع درجة حرارته .ان المجمع الانبوبي الصغير يعمل على التعجيل في رفع درجة حرارة الهواء الداخل الى المجفف الشمسي خلال ساعات النهار الاولى (٩ و ١٠ و ١١) اذ كانت درجات الحرارة بدون وبوجود المجمع الانبوبي خلال تلك الساعات هي (٥٦ ، ٦٨ ، ٧٥ ، و(٥٨،٦ ، ٦٩ ، ٨٢،٨ °C) على التوالي .

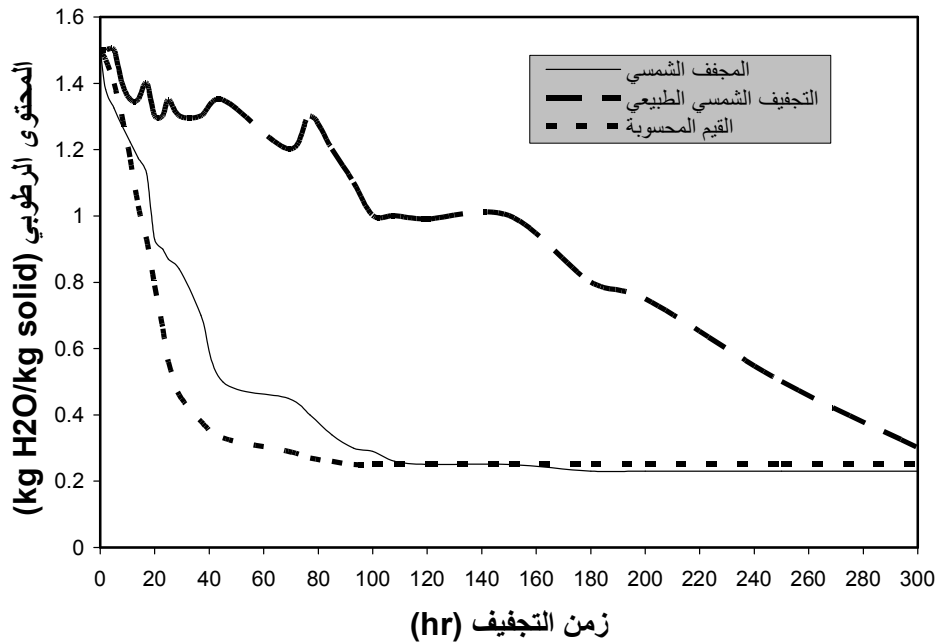


شكل (٢) معدل درجة الحرارة في المجفف الشمسي وفي الجو لشهر ايلول ٢٠٠٦.

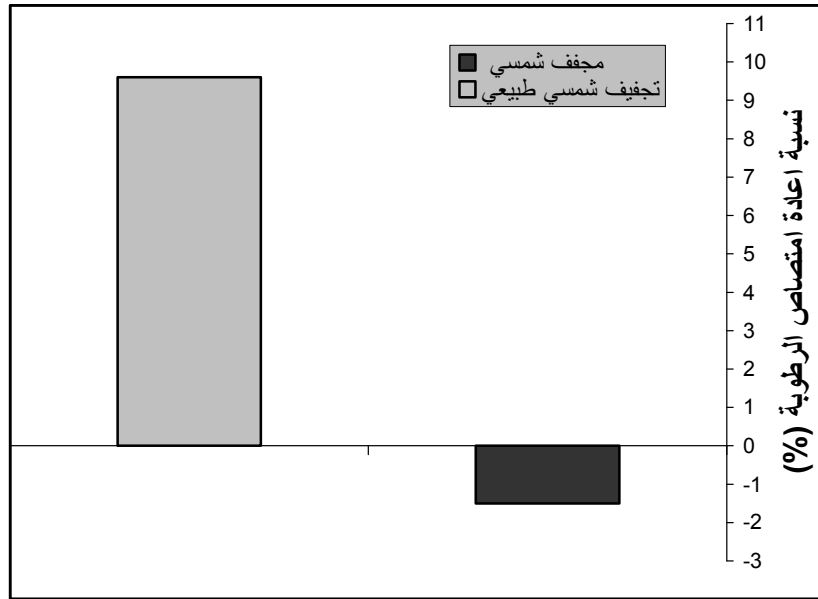
يلاحظ من الشكل (٣) ان رطوبة التمر تتخفض مع زيادة زمن التجفيف في حالة استعمال المجفف الشمسي والتجفيف الشمسي الطبيعي والقيم المحسوبة الا انه كان مقدار الانخفاض في القيم المحسوبة اعلى منه عند استعمال المجفف الشمسي والتجفيف الشمسي الطبيعي ، وهذا يعود الى ان القيم المحسوبة تعتمد على معادلات نظرية تفترض عدم وجود معوقات في التمر اثناء التجفيف مثل وجود طبقة تمنع تبخر الماء بسهولة من التمر ووجود السكريات والاملاح وهذه العوامل تعمل على اعاقاة تبخر الماء من التمر اثناء عملية التجفيف

كما نلاحظ من النتائج ان مقدار الانخفاض بالرطوبة عند استعمال المجفف الشمسي كان اعلى بكثير منه عند استعمال التجفيف الشمسي الطبيعي ، وهذا يعود الى تعرض التمر المجفف بالتجفيف الشمسي الطبيعي الى التغيرات في الظروف البيئية مثل انخفاض درجة حرارة الجو وزيادة الرطوبة النسبية للهواء وهذا يؤدي الى اعادة امتصاص الرطوبة من الجو وخصوصا اثناء مدة الليل فقد

اوضحت النتائج المبينة في شكل (٤) ان استعمال التجفيف الشمسي الطبيعي ادى الى زيادة معدل نسبة اعادة امتصاص الرطوبة من الجو بشكل كبير اذ بلغت ٩,٦ % ، بينما عند استعمال المجفف الشمسي فأن قيمة معدل معامل امتصاص الرطوبة كانت سالبة وبلغت -١,٥ % وهذا يشير الى انه يحصل هنالك فقد في رطوبة التمر بسبب ان المجفف الشمسي يحافظ على التمر من التعرض للظروف البيئية وخصوصا خلال مدة الليل وتبقى فيه طاقة حرارية مخزونة تؤدي الى تبخر كمية من الرطوبة .

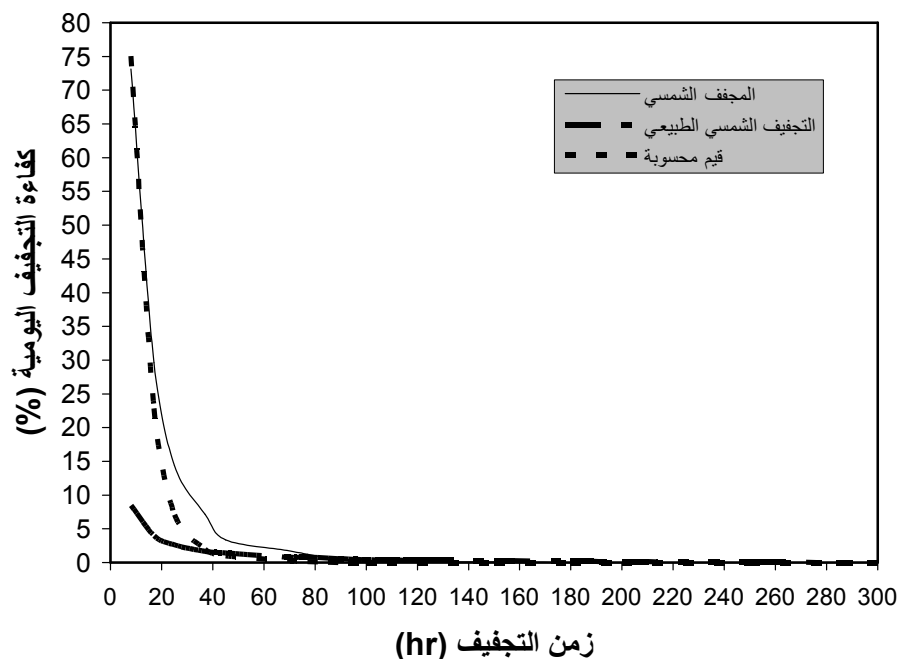


شكل (٣) المحتوى الرطوبي. المحسوب والمقاس في المجفف الشمسي والتجفيف الشمسي الطبيعي



شكل (٤) نسبة اعادة امتصاص الرطوبة في التمر اثناء تجفيفه بالمجفف الشمسي والتجفيف الشمسي الطبيعي.

يلاحظ من الشكل (٥) ان كفاءة التجفيف اليومية المحسوبة والمقاسة في التمر اثناء تجفيفه بالمجفف الشمسي والتجفيف الشمسي الطبيعي قد انخفضت مع زيادة زمن التجفيف ، ويكون الانخفاض على اشده عند الساعات من ٠-٣٠ hr في حالة استعمال المجفف الشمسي والقيم المحسوبة . وذلك لانه في الساعات الاولى من التجفيف تحدث عملية التبخر الثابت ويتبخر الماء الحر الموجود قوُب السطح بسرعة ، اما بعد هذه المرحلة فتبدأ مرحلة التبخر المتنازل ويكون الماء مرتبط ومنتقل عن طريق الخاصية الشعرية الى السطح ويواجه مقاومة كبيرة وهذا يتطلب زمن اكبر ولهذا تنخفض كفاءة التجفيف اليومية.



شكل (٥): كفاءة التجفيف اليومية المحسوبة والمقاسة في التمر اثناء تجفيفه بالمجفف الشمسي والتجفيف الشمسي الطبيعي

## المصادر

- ابراهيم ، حلمي علي محمد (٢٠٠٦). نخيل التمر في دول مجلس التعاون الخليجي . الوضع الراهن - المعوقات -التطلعات المستقبلية .تقرير. المعمل المركزي للابحاث وتطوير نخيل البلح . مركز البحوث الزراعية . مصر.
- الحلبي ، اسعد رحمن (٢٠٠٦). تطوير مجفف شمسي ودراسة كفاءته في تجفيف بعض الفواكه والخضر .اطروحة دكتوراه ، كلية الزراعة ، جامعة البصرة.
- الحكيم ، صادق حسن وعبد علي ، مهدي حسن (١٩٨٥) . تصنيع الاغذية . الجزء الاول ، مطبعة جامعة بغداد .
- Ampratwum,D.B.(1998).Design of solar dryer for date .Aqric.Mech. in Asia,Africa,and Latn America. Vol.29,No.3.
- A.O.A.C. (19٨٤) Official Methode of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist 14<sup>th</sup> ed. Published by the Association of Official Analytical Chemist s , Arlington , Virginia , 22209 USA .
- Ekedukuwa , O. V. & Norton , B. (1999) . Review of solar energy drying system II .An over view of solar drying technology – energy conservation and management . 3 , pp. 615-655 .
- EL-Sebaili , A.A. , Abaul-Enein , S. , Ramadan , M.R. & EL – Gohary , H. (2002) . Experimental investigation of an indirect type natural convection solar dryer . Energy convection and management. Vol. 43 , pp. 2251-2266 .
- Garg ,H.P. (1987) . Solar food drying . Vol. 3 . In Advances in solar energy Technology , Heating , Agricultural & photovoltaic application of solar energy . D.Reidel publishing Co. : Dordecht , Holand .
- Lunde , P. J. (1980) .Solar thermal engineering . Willey , New York .
- Norton *et al.* (1987). Optimization of natural circulation slar energy tropical crop dryers , final report to the commission of the eruppean communities.In: Research and field program in the field of science and technology for development , Vol. 3.
- Singh,R.P.& Heldman,D.R. (1993).Introduction to food Engineering . Acadimic press ,Inc., California.

## **Desining , Manufacturing And Testing Of A Semi Mixed Solar Dryer For Date Drying**

Asaad R. AL-Hilphy\*

Food Sciences & Biotechnology Dept. – Aqric. College – Basrah Univ.

\*asaadrehman@yahoo.com

### **Summary**

A semi mixed solar dryer for date drying was designed , manufactured and tested Its consist of a plastic and glass cover , matel .absorber wire , ban , their color is a black and non brightness , chimney and small pipe solar collector . A semi mixed solar dryer was fixed on the iron body. The result showed that the mean of available solar radiation energy in Basrah city in September was 764.30 W/m<sup>2</sup> , and mean of temperature in the solar dryer arrived to 72 °C .

The moisture content for date was reduced with increasing drying time , the reducing with usage of solar dryer was higher than the natural sun drying . Drying date by solar dryer wasn't moisture absorber from weather compared with the natural sun drying, Daily drying efficiency was reduced with increasing of drying time , while its for the solar dryer was higher than the natural sun drying.