تجفيف الذرة الصفراء بالطاقة الشمسية

اسعد رحمن سعيد ألحلفي
قسم علوم الاغذية والتقانات الأحيائية –كلية الزراعة –جامعة البصرة –العراق
asaadrehman@ yahoo.com

الخلاصة

تم تجفيف الذرة الصفراء في المجفف الشمسي غير المباشر ذي الجريان الطبيعي المصنع محليا ويتكون من مجمع شمسي مساحته 0.5 م^2 وغرفة تجفيف طاقتها الاستيعابية 25 كغم مصنعة من الخشب . قورنت النتائج مع طريقة التجفيف الشمسي الطبيعي خلال شهر كانون الثاني من عام 2007 وأظهرت النتائج انه يمكن استخدام الطاقة الشمسية لتجفيف الذرة الصفراء في محافظة البصرة . وان كل من المحتوى الرطوبي والنشاط المائي والحرارة النوعية قد انخفضت مع زيادة ساعات النهار وكان الانخفاض أعلى عند استخدام المجفف الشمسي منه عند استعمال طريقة التجفيف الشمسي الطبيعي .بلغ معدل درجة الحرارة في غرفة التجفيف 41.85° م عندما معدل درجة حرارة الجو 18° م. تم التوصل الى معادلات تجريبية لحساب الحرارة النوعية للذرة الصفراء والمحتوى الرطوبي ودرجة حرارة المجفف الشمسي عند معرفة شدة الاشعاع الشمسي ودرجة حرارة الجو.

كلمات مفتاحيه : الذرة الصفراء ،الطاقة الشمسية ، مجفف شمسي .

المقدمة

التجفيف هو إحدى الطرائق القديمة المستعملة بشكل واسع لحفظ الأغذية وقد استعمله منذ العصور القديمة وقبل ألاف السنين البابليون والمصريون واليونانيون والرمان في حفظ بعض أنواع الفاكهة والخضر والمحاصيل الحبوبية واللحوم والأسماك والحليب يعمل التجفيف على إيقاف نشاط البكتريا والتخمر والإنزيمات مما يؤدي الى توقف التلف وتكون الأغذية مركزة ومحتفظة بنكهتها وقيمتها الغذائية وسهلة الخزن والتحضير وخفيفة الوزن (1،2).

بين حسن و Tiris واخرون (3 ،4) إلى إن الأغذية المجففة تحت أشعة الشمس تتعرض الى التغيرات في الظروف الجوية المختلفة والتلوث بالإحياء المجهرية والغبار والحشرات مما يؤدي إلى خفض قيمتها الغذائية وتحتاج هذه العملية إلى مساحة كبيرة وزمن طويل نسبيا للتجفيف إن الإمطار ممكن ان تفشل عملية التجفيف بالكامل وتنعدم السيطرة عليها (5) إن التجفيف بالطاقة الشمسية هو عبارة عن تقنية الاستفادة من طاقة الإشعاع الشمسي وذلك بتحويلها إلى طاقة حرارية باستخدام مجمع شمسي (6)

ان التجفيف بالطاقة الشمسية يعطي منتوج متجانس وغير منكمش وذو قيمة غذائية أفضل مقارنة مع المجففات الكهربائية والتجفيف الشمسي الطبيعي . وان رطوبة الأغذية تنخفض مع زيادة ساعات النهار (7) كما أشار ألحلفي (8) إلى انه التمر عندما يجفف بطريقة التجفيف الشمسي الطبيعي فانه يمتص رطوبة من الجو خلال فترة انعدام الاشعاع الشمسي مما يؤدي إلى زيادة زمن التجفيف .

تهدف الدراسة الحالية الى استغلال الطاقة الشمسية في تجفيف حبوب الذرة الصفراء ومعرفة بعض صفاتها الفيزيوحرارية مقارنة مع طريقة التجفيف الشمسي الطبيعي.

مواد وطرائق العمل

استعمل المجفف الشمسي المصنع محليا من قبل مجيد و ألحلفي (9) في تجفيف الذرة الصفراء وهو يتكون من مجمع شمسي لتخسين الهواء وغرفة تجفيف ذات تسعة إطباق مشبكه ،وطاقته الاستيعابية 25 كغم وكما هو مبين في الشكل 1 .

كما تم تجفيف الذرة الصفراء بالطريقة التقليدية وذلك بتعريضها الى اشعة الشمس مع التقليب لمدة يوم ومن ثم وضعت في الظل لحين الجفاف .

تم قياس شدة الإشعاع الشمسي الساقط على سطح المجمع الشمسي بوساطة جهاز بايرانوميتر من نوع CM11 صنع شركة Kipp& Zonen, Holland .

قيست درجة الحرارة باستخدام محارير زئبقية ومزدوجات حرارية من نوع نحاس – كونستنتان ومن صنع شركة بولكس الانكليزية .

قيست رطوبة الذرة الصفراء في العينات الطازجة على درجة حرارة 105 ْم لحين ثبات الوزن . كما قدرت نسبة الرطوبة في الذرة الصفراء المجففة في أزمان مختلفة وذلك بقياس الوزن عند كل فترة زمنية محددة .(10)

أجريت تجربة القطاعات العشوائية الكاملة واستخدام اختبار اقل فرق معنوي المعدل للمقارنة بين متوسطات المعاملات عند مستوى معنوي 0.05 وحللت النتائج إحصائيا بواسطة برنامج SPSS .

تم قياس النشاط المائي من العلاقة الاتية (11)

$$\alpha = \frac{M_e}{100}$$

Me : المحتوى الرطوبي المتوازن %

α : النشاط المائي

حسبت الحرارة النوعية Cp للذرة الصفراء من خلال المعادلة التالية(12)

$$C_p = 1520 + \frac{4186M}{100 - M}$$

M : المحتوى الرطوبي %

حسبت كفاءة التجفيف من العلاقة الاتية :

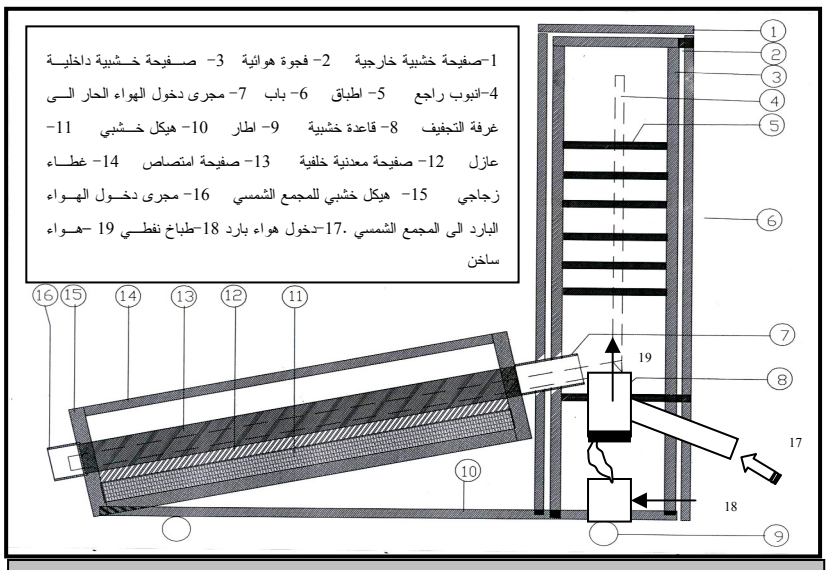
$$\eta = Q_d / I_T.A_c$$

η: الكفاءة %

Q_d:الطاقة اللازمة للتجفيف كج /ثا

I_T : طاقة الإشعاع الشمسي واط /م^2

A_c :مساحة المجمع الشمسي م^2



شكل(1): مقطع رأسي للمجفف الشمسي.

النتاتج و المناقشة

يلاحظ من الجدول 1 إن طاقة الإشعاع الشمسي قد ازدادت مع زيادة ساعات النهار وصـــولا إلى الساعة الثانية عشر ظهرا وبلغت 923.69 واط /م^2 ثم انخفضت بعد ذلك وهذا يعود إلى دوران الأرض حول محورها ونتيجة لذلك تتغير الزوايا الشمسية Solar angles مع ساعات النهار ،التي تشمل الزاوية السمتية Zenith angle وزاوية الارتفاع altitude angle وزاوية السمت azimuth angle وتصل قيمة الأخيرة إلى الصفر عند منتصف النهار والى قيمتها العظمـــى عنـــد الـــشروق والغروب وكذلك تغير زاوية الساعة hour angle مع ساعات النهار .وهذا يتفق مع ما توصل إليه العديد من الباحثين (11 ، 13 ،14)الذين أكدوا على إن شدة الإشعاع الشمسي تزداد مع زيادة ساعات النهار وتصل إلى أقصى قيمة لها عند منتصف النهار ثم تنخفض بعد ذلـــك . وبلـــغ معـــدل طاقـــة الإشعاع الشمسي في شهر كانون الثاني 757.28 واط / م^2 .

أما بخصوص درجة الحرارة فقد أظهرت إن درجة الحرارة في غرفة التجفيف قد ازدادت مع زيـــادة ساعات النهار ووصلت إلى أقصى قيمة لها عند الساعة الواحدة ظهرا وبلغت 56 م° ثم انخفـــضت بعد ذلك خلال شهر كانون الثاني . ويعزى هذا الى استمرار انتقال الحرارة الـــى غرفـــة التجفيـــف المعزولة عن المحيط الخارجي وارتفاع درجة الحرارة بداخلها عند الساعة الواحدة بعد الظهر نتيجـــة لبقاء صفيحة الامتصاص ساخنة عند هذه الساعة اذ تزداد درجة حرارة غرفة التجفيف بسبب حدوث حالة التجميع الحراري فيها . يوجد تاثير لدرجة حرارة الجو وطاقة الاشعاع الشمسي علـــى درجـــة الحرارة في غرفة التجفيف للمجفف الشمسي وكما مبين في العلاقة التجريبية ذات الانحدار المتعـــدد الاتية $T_{oven}=-27.84 + 3.68*10^{-2}I_T + 2.32T_a$ وقيمة معامل الارتباط فيها 0.973.

ونلاحظ من الجدول أيضا إن كفاءة التجفيف للذرة الصفراء بلغت 70% عند استعمال المجفف الشمسي ، بينما بلغت 35 % عند استعمال طريقة التجفيف الشمسي الطبيعي وهذا إلى ارتفاع درجة حرارة غرفة التجفيف والقدرة على تحويل طاقة الإشعاع الشمسي إلى طاقة حرارية باستخدام 0.5 م2 فقط بينما يتطلب تجفيف نفس الكمية بطريقة التجفيف الشمسي الطبيعي مساحة قدرها 1م^2 فيأخذ الغذاء مساحة اكبر لغرض تعريضه الى ضوء الشمس بينما في المجفف الشمسي وضع الإطباق يكون بصورة عمودية وبذلك فان الهواء الساخن يمر عليها ويبخر الرطوبة منها وكذلك فان سرعة إزالة الرطوبة من الغذاء بواسطة المجفف الشمسي هي اكبر منها عند استخدام التجفيف الشمسي الطبيعي وكل هذه العوامل جاءت مجتمعة لتجعل كفاءة التجفيف في المجفف الشمسي عالية وهذا يتفق مع ما توصل إلية ألحلفي(7) من ان استعمال المجفف الشمسي في تجفيف الفواكه والخضر أعطى اعلي كفاءة تجفيف من طريقة التجفيف الكهرباء وطريقة التجفيف الشمسي الطبيعي .

إما بالنسبة إلى رطوبة الذرة الصفراء والنشاط المائي لها فقد بينت النتائج في جدول 2 إن كل من المحتوى الرطوبي والنشاط المائي قد انخفض مع زيادة ساعات النهار وكان مقدار الانخفاض أعلى عند استعمال المجفف الشمسي منه عند استعمال التجفيف الشمسي الطبيعي ، اذ ان المحتوى الرطوبي للذرة الصفراء وصل إلى 3 % عند الساعة 15 عند استعمال المجفف الشمسي بينما وصلت إلى 17.42 % عند الزمن نفسه باستعمال التجفيف الشمسي الطبيعي . وهذا بسبب ارتفاع درجة الحرارة داخل المجفف الشمسي مما يعمل على إزالة الرطوبة من الذرة الصفراء وبالتالي يؤدي الى انخفاض النشاط المائي فيها بشكل اكبر من استعمال التجفيف الشمسي الطبيعي .

ان لدرجة الحرارو في المجفف الشمسي تاثير مباشر على معدل انخفاض المحتوى الرطوبي ودرجة الحرارة تتاثر بصورة اساسية بطاقة الاشعاع الشمسي ، لذلك تم ايجاد علاقة الارتباط المتعدد بينهم والمعادلة التالية توضح ذلك $w=-3.4*10^{-2}+1.08*10^{-3}I_T-1.48*10^{-2}T_{oven}$ وكان الارتباط معنوي وقيمة معامل الارتباط 0.90.

أظهرت النتائج إن الحرارة النوعية للذرة الصفراء قد انخفضت مع زيادة ساعات النهار وكان مقدار الانخفاض أعلى عند استعمال المجفف الشمسي منة عند استعمال طريقة التجفيف الشمسي الطبيعي . وهذا بسبب انخفاض المحتوى الرطوبي للذرة الصفراء مع ساعات النهار وبلغ معدل الحرارة النوعية 2438.73 ,2878.98 جول / كغم م ° عند استعمال المجفف الشمسي وطريقة التجفيف الشمسي الطبيعي على التوالي . من خلال العلاقة بين الحرارة النوعية والمحتوى الرطوبي للذرة الصفراء تم الحصول على المعادلة التجريبية الاتية: $Cp=1431.59+6082w$ وكان الارتباط معنوي وقيمة معامل الارتباط 0.998. ومن هذه المعادلة يمكن معرفة قيمة الحرارة النوعية للذرة الصفراء عند اي محتوى رطوبي.

جدول 1: طاقة الإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة في غرف التجفيف (المجفف الشمسي) خلال ساعات النهار.

الزمن	درجة الحرارة °م		طاقة الإشعاع الشمسي (واط /م2)	كفاءة التجفيف (%)	
	الجو	المجفف الشمسي		التجفيف الشمسي الطبيعي	المجفف الشمسي
9	11	19	602.42	35	70
10	17	40	763.00		
11	19	47	843.34		
12	20	51	923.69		
13	20	56	883.35		
14	21	45	763.00		
15	18	35	522.00		
المعدل	18	41.85	757.28		
R.L.S.D	1.32	2.45	11.2		

جدول 2 : المحتوى الرطوبي والنشاط المائي والحرارة النوعية للذرة الصفراء المجففة بالمجفف الشمسي وطريقة التجفيف الشمسي الطبيعي خلال ساعات .

الزمن	المحتوى الرطوبي %		النشاط المائي		الحرارة النوعية (جول/كغم °م)	
	التجفيف الشمسي الطبيعي	المجفف الشمسي	التجفيف الشمسي الطبيعي	المجفف الشمسي	التجفيف الشمسي الطبيعي	المجفف الشمسي
9	30.16	30.16	0.3016	0.3016	3327.70	3327.70
10	28.72	28.23	0.2872	0.2823	3206.61	3166.52
11	27.58	24.60	0.27580	0.2460	3114.17	2885.72
12	26.20	19.34	0.2620	0.1943	3006.08	2523.63
13	19.96	6.24	0.1996	0.0624	2563.88	1798.59
14	19.96	4.55	0.1996	0.0455	2531.41	1719.54
15	17.42	3.00	0.1742	0.0300	2403.02	1649.46
المعدل	24.28	16.58	0.2428	0.1660	2878.98	2438.73
R.L.S.D	2.64	1.98	0.0132	0.0101	15.67	14.23

المصادر

1-Scanlin,D.(1997) . Design , construction ,and use of an indirect , through –pass, solar food dryer. Home power #57.

2-David, E.W.V. (2000). Solar dryer systems and the internet: important resources to improve food preparation .International conference on solar cooking Kimberly-South Africa,26th 29th ,November .

3-حسن ، عبد علي مهدي (1979).مبادئ الصناعات الغذائية .مطبعة دار الجاحظ بغداد . ص 184 .

4-Tirisetal Vlachos,N.A., Karapantsios,T.D., Balauktsis ,A.I., &Chassapis, D.(2002).Drying technology.20(5) .pp. 1239-1267.

5-Barbosa-Canovas,G.V.& Vega-Mercado,H.(1996).Dehydration of foods : Other methods of dehydration of food and Packaging aspects. Chapman and Hill, New York

6- Vlachos,N.A.,karapantsios,T.D.,Balauktsis,A.I.&Chassapis,D.(2002).Design solar dryer. Drying Technology.20(5).pp.1239-1267.

7- الحلفي ، اسعد رحمن (2006). تطوير مجفف شمسي ودراسة كفاءته في تجفيف بعض الفواكه والخضر .اطروحة دكتوراه ، كلية الزراعة ، جامعة البصرة.

8-الحلفي . اسعد رحمن (2007). تصميم وتصنيع واختبار مجفف شمسي شبه مختلط لتجفيف التمر. مقبول للنشر في مجلة البصرة لابحاث نخلة التمر.

9-مجيد ، غياث حميد و الحلفي ، اسعد رحمن (2007). تصميم مجفف شمسي مزود بمنظومتي الراجع والتسخين واختباره في تجفيف الاسماك واللحوم. مجلة ابحاث البصرة العدد 33 الجزء 3.

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

11-Singh,S. , Singh, p.p.& Dhaliwal ,S.S(2004). Multi-shelf portable solar dryer. Renewable energy 29, pp.753-76.
12-Stanislaw,p., Digvir,S.J.,Stefan,C.(1998).Grain Drying.John Willey & sons, Inc.pp.303.
13-Sebaii, 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.
14-Krauter,S.& Ochs,F.(2002) .An All-in-one solar home system . R10 02-world climate & energy events, January6-11,2002.

Drying of Corn By Solar Dryer

Asaad R.S.Al-Hilphy
Food Sciences &Biotechnology Dept-Agric.College-Basrah Univ.Basrah-Iraq
asaadrehman@yahoo.com

Summary

A corn was dried in the local manufactured solar dryer by natural flow . It consist of solar collector 0.5 m^2 area and drying chamber. The dryer capacity is 25 kg which made of wood. The results compared with natural sun drying method in January 2007, the result showed that the corn drying unable by using solar energy in Basrah city. Moisture content, water activity and specific heat are reduced with increasing day hours, especially by using higher solar dryer than using natural sun drying method. Mean temperature in the drying chamber was 41.85 ^oC and weather temperature was 18 ^oC. Impirical equations was calculated for Corn specific heat, moisture content and temperature of drying champer for solar drying.

Key words: solar energy, solar dryer,Corn