

## تجفيف الذرة الصفراء بالطاقة الشمسية

اسعد رحمن سعيد الحلفي

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 والذي يتكون من مجمع شمسي مساحته 0.5 م<sup>2</sup> وغرفة تجفيف طاقتها الاستيعابية 25 كغم مصنعة من الخشب . قورنت النتائج مع نتائج 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 ومقدار الانخفاض ٤٥%، ٤٩.٤٩%، ٤٥%، ١٩.٥%، ٢٦.٧١%، ١٣.٥% على التوالي. بلغ معدل درجة الحرارة في غرفة التجفيف 41.85° م بينما كان 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. لم تظهر فروق معنوية في التوصيل الحراري بين المجفف الشمسي والتجفيف الشمسي الطبيعي ولجميع ساعات النهار. 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 آلاف السنين البابليون والمصريون واليونانيون والرومان في حفظ بعض أنواع الفاكهة والخضر والمحاصيل الحبوبية واللحوم والأسماك والحليب يعمل التجفيف على إيقاف نشاط البكتريا والتخمير والإنزيمات مما يؤدي الى توقف التلف وتكون الأغذية مركزة ومحتظة بنكهتها وقيمتها الغذائية وسهلة الخزن والتحضير وخفيفة الوزن (8،11).

بين حسن و Tiris وآخرون (4، 15) إن الأغذية المجففة تحت أشعة الشمس تتعرض إلى التغيرات في الظروف الجوية المختلفة والتلوث بالإحياء المهجرية والغبار والحشرات مما يؤدي إلى خفض قيمتها الغذائية وتحتاج هذه العملية إلى مساحة كبيرة وزمن طويل نسبياً للتجفيف إن الإمطار ممكن أن تفشل عملية التجفيف بالكامل ويتعذر السيطرة عليها (1) إن التجفيف بالطاقة الشمسية هو عبارة عن تقنية الاستفادة من طاقة الإشعاع الشمسي وذلك بتحويلها إلى طاقة حرارية باستخدام مجمع شمسي (16) إن التجفيف بالطاقة الشمسية يعطي منتوجاً متجانساً وغير منكش وذا قيمة غذائية أفضل مقارنة مع المجففات الكهربائية والتجفيف الشمسي الطبيعي . وإن رطوبة الأغذية تنخفض مع زيادة ساعات النهار (1) كما أشار أـلـحـفـي (2) إلى أن التمر عندما يجفف بطريقة التجفيف الشمسي الطبيعي فإنه يمتص رطوبة من الجو خلال فترة انعدام الإشعاع الشمسي مما يؤدي إلى زيادة زمن التجفيف . تهدف الدراسة الحالية إلى استغلال الطاقة الشمسية في تجفيف حبوب الذرة الصفراء ومعرفة بعض صفاتها الفيزيولوجية مقارنة مع طريقة التجفيف الشمسي الطبيعي.

### المواد وطرائق العمل

استعمل المجفف الشمسي المصنع محلياً من قبل مجيد و أـلـحـفـي (5) في تجفيف الذرة الصفراء وهو يتكون من مجمع شمسي لتسخين الهواء وغرفة تجفيف ذات تسعة رفوف مشبكه، وطاقته الاستيعابية 25 كغم وكما هو مبين في الشكل 1 . كما تم تجفيف الذرة الصفراء بالطريقة التقليدية وذلك بتعريضها إلى أشعة 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 الهولندية .

قيست درجة الحرارة باستخدام محارير زئبقية ومزدوجات حرارية من نوع نحاس - كونسنتان ومن صنع شركة بولكس الانكليزية . جففت الذرة الصفراء في شهر كانون الثاني 2007 .

قيست رطوبة الذرة الصفراء في العينات الطازجة في درجة حرارة 105 م° لحين ثبوت الوزن . كما قدرت نسبة الرطوبة في الذرة الصفراء المجففة في أزمان مختلفة وذلك بقياس الوزن عند كل فترة زمنية محددة . (6)

أجريت تجربة القطاعات العشوائية الكاملة واستخدام اختبار اقل فرق معنوي المعدل للمقارنة بين متوسطات المعاملات عند مستوى معنوي 0.05 وحللت النتائج إحصائياً بواسطة برنامج SPSS. (11).

تم قياس النشاط المائي من العلاقة الآتية (13)

$$\alpha_w = Me/100 \dots \dots \dots (1)$$

Me : المحتوى الرطوبي المتوازن %

$\alpha_w$  : النشاط المائي

حسب التوصيل الحراري من المعادلة الآتية (13):

$$K = 0.080 + 0.0052 M \dots \dots \dots (2)$$

K: التوصيل الحراري واط/م<sup>2</sup>·م

حسبت الحرارة النوعية Cp للذرة الصفراء من خلال المعادلة التالية (14)

$$C_p = 1520 + 100 - M / 4186M \dots \dots \dots (3)$$

M : المحتوى الرطوبي %

حسبت كفاءة التجفيف من العلاقة الآتية (10):

$\eta$  : الكفاءة %

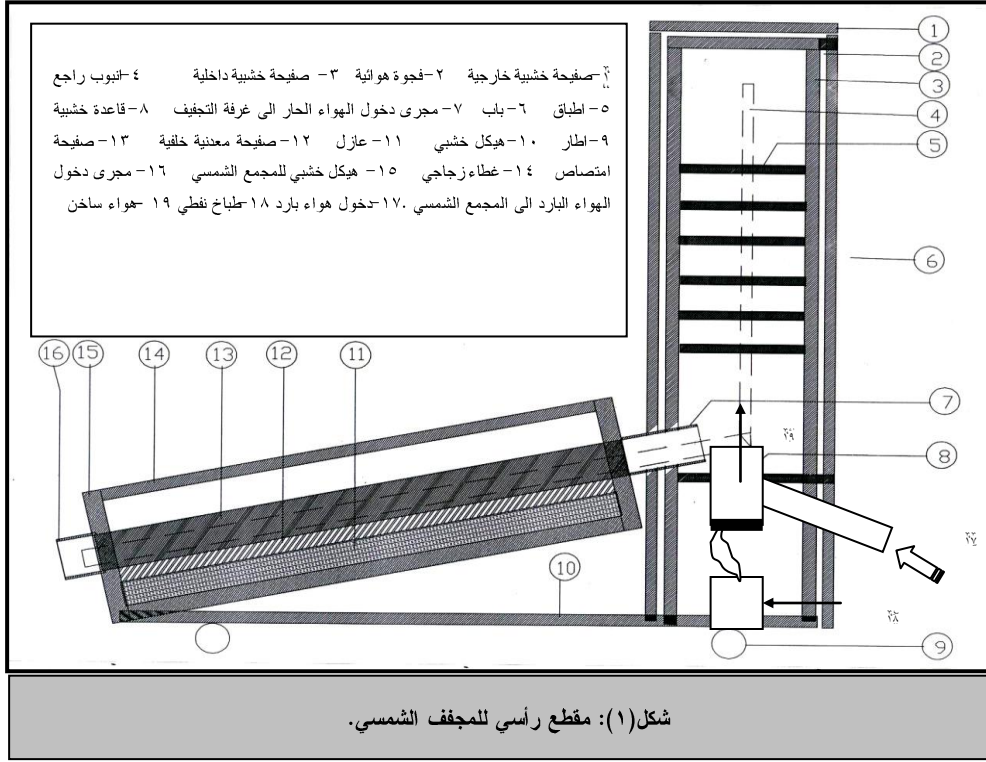
$$\eta = Q_d / I_T \cdot A_c \dots \dots \dots (4)$$

Q<sub>d</sub>: الطاقة اللازمة للتجفيف ج/ثا

I<sub>T</sub> : طاقة الإشعاع الشمسي واط/م<sup>2</sup>

A<sub>c</sub>: مساحة المجمع الشمسي م<sup>2</sup>

تم اخذ ثلاث مكررات لكل صفة مقاسة من الصفات اعلاه.





### النتائج والمناقشة

يلاحظ من الجدول (1) إن طاقة الإشعاع الشمسي قد ازدادت مع تقادم ساعات النهار وصولاً إلى الساعة الثانية عشر ظهراً إذ بلغت 923.69 واط/م<sup>2</sup> ثم انخفضت بعد ذلك وهذا يعود إلى دوران الأرض حول محورها ونتيجة لذلك تتغير الزوايا الشمسية Solar angles مع ساعات النهار، التي تشمل الزاوية السميتية Zenith angle وهي الزاوية المحصورة بين أشعة الشمس والعمود القائم على مستوى أفقي على سطح الأرض. وزاوية الارتفاع altitude angle وزاوية السميت azimuth angle هي الزاوية في المستوى الأفقي المحصورة بين خط الشمال الجنوبي ومسقط الشعاع الشمسي في المستوى الأفقي وتصل قيمتها إلى الصفر عند منتصف النهار وإلى قيمتها العظمى عند الشروق والغروب وكذلك تغير زاوية الساعة hour angle مع ساعات النهار. وهذا يتفق مع ما توصل إليه العديد من الباحثين (٩، 10، 12) الذين أكدوا على إن شدة الإشعاع الشمسي تزداد مع زيادة ساعات

النهار وتصل إلى أقصى قيمة لها عند منتصف النهار ثم تنخفض بعد ذلك . وبلغ معدل طاقة الإشعاع الشمسي في شهر كانون الثاني 757.28 واط / م<sup>2</sup> .

كما بين الجدول إن درجة الحرارة في غرفة التجفيف قد ازدادت مع زيادة ساعات النهار ووصلت إلى أقصى قيمة لها وهي ٦٥ م° عند الساعة الواحدة ظهرا ثم انخفضت بعد ذلك خلال شهر كانون الثاني . ويعزى هذا الى استمرار انتقال الحرارة الى غرفة التجفيف المعزولة عن المحيط الخارجي وحدث تجميع حراري فيها وبقاء صفيحة الامتصاص ساخنة مما يؤدي الى ارتفاع درجة الحرارة. تجدر الاشارة الى ان لدرجة حرارة الجو وطاقة الاشعاع الشمسي تاثير في درجة حرارة غرفة التجفيف  $T_{oven}$  للمجفف الشمسي وكما مبين في العلاقة التجريبية ذات الانحدار المتعدد الآتية  $T_{oven} = -27.84 + 3.68 \cdot 10^{-2} I_T + 2.32 T_a$  وقيمة معامل الارتباط فيها 0.973.

ويلاحظ من الجدول أيضا إن كفاءة تجفيف الذرة الصفراء بلغت 70% عند استعمال المجفف الشمسي ، بينما بلغت 35% عند استعمال التجفيف الشمسي الطبيعي وهذا يعزى إلى ارتفاع درجة حرارة غرفة التجفيف والقدرة على تحويل طاقة الإشعاع الشمسي إلى طاقة حرارية باستخدام 0.5 م<sup>2</sup> فقط بينما يتطلب تجفيف نفس الكمية بطريقة التجفيف الشمسي الطبيعي مساحة قدرها 1م<sup>2</sup> فيأخذ الغذاء مساحة اكبر لغرض تعريضه الى ضوء الشمس بينما في المجفف الشمسي يكون وضع الرفوف 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 إليه أَلحفي(١) من ان استعمال المجفف الشمسي في تجفيف الفواكه والخضر أعطى اعلي كفاءة تجفيف من طريقة التجفيف الكهربائي وطريقة التجفيف الشمسي الطبيعي .

إما بالنسبة إلى رطوبة الذرة الصفراء ونشاطها المائي فقد بينت النتائج في جدول ( ٢ ) 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 يعود الى 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 حرارة المجفف الشمسي تاثير مباشر في معدل انخفاض المحتوى الرطوبي كما ان درجة الحرارة تتاثر بصورة اساسية بطاقة الاشعاع الشمسي ، لذلك تم ايجاد علاقة الارتباط المتعدد بينهم

والمعادلة الآتية توضح ذلك  $w = -3.4 \cdot 10^{-2} + 1.08 \cdot 10^{-3} I_T - 1.48 \cdot 10^{-2} T_{oven}$  وكان الارتباط معنوي وقيمة معامل الارتباط 0.90.

أظهرت النتائج ان الحرارة النوعية للذرة الصفراء قد انخفضت مع زيادة ساعات النهار وكان مقدار الانخفاض أعلى عند استعمال المجفف الشمسي منه عند استعمال 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 الآتية:  $Cp = 1431.59 + 6082w$  وكان الارتباط معنوي وقيمة معامل الارتباط 0.998. ومن هذه المعادلة يمكن معرفة قيمة الحرارة النوعية للذرة الصفراء عند اي محتوى رطوبي

أما بالنسبة للتوصيل الحراري للذرة الصفراء فقد بينت النتائج انه لا يوجد تأثير معنوي له عند تغير ساعات النهار بالرغم من وجود اختلافات طفيفة جدا.

جدول ١: معدل طاقة الإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة في غرف التجفيف ( المجفف الشمسي ) خلال ساعات النهار.

كفاءة التجفيف (%)		طاقة الإشعاع الشمسي (واط / م <sup>2</sup> )	درجة الحرارة °م		الزمن
المجفف الشمسي	التجفيف الشمسي الطبيعي		المجفف الشمسي	الجو	
٧٠	٣٥	٦٠٢.٤٢	١٩	١١	٩
		٧٦٣.٠٠	٤٠	١٧	١٠
		٨٤٣.٣٤	٤٧	١٩	١١
		٩٢٣.٦٩	٥١	٢٠	١٢
		٨٨٣.٣٥	٥٦	٢٠	١٣
		٧٦٣.٠٠	٤٥	٢١	١٤
		٥٢٢.٠٠	٣٥	١٨	١٥
		٧٥٧.٢٨	٤١.٨٥	١٨	المعدل
		١١.٢	٢.٤٥	١.٣٢	R.L.S.D

جدول ٢ : معدل المحتوى الرطوبي والنشاط المائي والحرارة النوعية والتوصيل الحراري للذرة الصفراء المجففة بالمجفف الشمسي وطريقة التجفيف الشمسي الطبيعي خلال ساعات النهار.

التوصيل الحراري (واط/م.م°)		الحرارة النوعية (جول/كغم م°)		النشاط المائي		المحتوى الرطوبي %		الزمن
المجفف الشمسي	التجفيف الشمسي الطبيعي	المجفف الشمسي	التجفيف الشمسي الطبيعي	المجفف الشمسي	التجفيف الشمسي الطبيعي	المجفف الشمسي	التجفيف الشمسي الطبيعي	
0.141248	0.141248	٣٣٢٧.٧٠	٣٣٢٧.٧٠	٠.٣٠١٦	٠.٣٠١٦	٣٠.١٦	٣٠.١٦	٩
0.14121	0.141216	٣١٦٦.٥٢	٣٢٠٦.٦١	٠.٢٨٢٣	٠.٢٨٧٢	٢٨.٢٣	٢٨.٧٢	١٠
0.141171	0.141203	٢٨٨٥.٧٢	٣١١٤.١٧	٠.٢٤٦٠	٠.٢٧٥٨	٢٤.٦٠	٢٧.٥٨	١١
0.141113	0.141188	٢٥٢٣.٦٣	٣٠٠٦.٠٨	٠.١٩٤٣	٠.٢٦٢٠	١٩.٣٤	٢٦.٢٠	١٢
0.140969	0.14112	١٧٩٨.٥٩	٢٥٦٣.٨٨	٠.٠٦٢٤	٠.١٩٩٦	٦.٢٤	١٩.٩٦	١٣
0.14095	0.14112	١٧١٩.٥٤	٢٥٣١.٤١	٠.٠٤٥٥	٠.١٩٩٦	٤.٥٥	١٩.٩٦	١٤
0.140933	0.141092	١٦٤٩.٤٦	٢٤٠٣.٠٢	٠.٠٣٠٠	٠.١٧٤٢	٣.٠٠	١٧.٤٢	١٥
0.141085	0.141169	٢٤٣٨.٧٣	٢٨٧٨.٩٨	٠.١٦٦٠	٠.٢٤٢٨	١٦.٥٨	٢٤.٢٨	المعدل
ns	ns	١٤.٢٣	١٥.٦٧	٠.٠١٠١	٠.٠١٣٢	١.٩٨	٢.٦٤	R.L.S.D

### الاستنتاجات

- ١- طاقة الاشعاع الشمسي ازدادت مع زيادة ساعات النهار ووصلت الى اقصى قيمة لها عند منتصف النهار ثم انخفضت .
- ٢- ازدادت درجة حرارة المجفف الشمسي مع زيادة ساعات النهار ووصلت الى اقصى قيمة لها عند الساعة الواحدة بعد الظهر وبلغت ٥١ درجة مئوية ثم انخفضت .
- ٣- امكانية تجفيف الذرة الصفراء بالطاقة الشمسية.
- ٤- ازدادت كفاءة تجفيف الذرة الصفراء بالمجفف الشمسي بمقدار الضعف عنها عند استخدام التجفيف الشمسي الطبيعي.
- ٥- معدل انخفاض المحتوى الرطوبي والنشاط المائي والحرارة النوعية مع تقادم زمن التجفيف كان اعلى عند استخدام المجفف الشمسي منه عند استخدام التجفيف الشمسي الطبيعي.
- ٦- لم يظهر فرق معنوي بين المجفف الشمسي والتجفيف الشمسي الطبيعي في التوصيل الحراري للاغذية لجميع ساعات النهار.

## المصادر

- ١-الحلبي ، اسعد رحمن (٢٠٠٦). تطوير مجفف شمسي ودراسة كفاءته في تجفيف بعض الفواكه والخضر .اطروحة دكتوراه ، كلية الزراعة ، جامعة البصرة
- ٢-الحلبي ، اسعد رحمن (٢٠٠٧). تصميم وتصنيع واختبار مجفف شمسي شبه مختلط لتجفيف التمر. مجلة البصرة لبحاث نخلة التمر.المجلد ٦ العدد ١ و ٢ .
- ٣-الراوي ، خاشع محمود وعبد العزيز ، محمد خلف الله (٢٠٠٠). تصميم وتحليل التجارب الزراعية دار الكتب للطباعة والنشر . جامعة الموصل ، العراق .
- ٤-حسن ، عبد علي مهدي (1979).مبادئ الصناعات الغذائية .مطبعة دار الجاحظ بغداد . ص184.
- ٥-مجيد ، غياث حميد و الحلبي ، اسعد رحمن (٢٠٠٧). تصميم مجفف شمسي مزود بمنظومتي الراجع والتسخين واختباره في تجفيف الاسماك واللحوم. مجلة ابحات البصرة العدد ٣٣ الجزء ٣ .
- 6-A.O.A.C (1984)Official Method 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,22209USA.
- 7-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
- 8-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,26<sup>th</sup> 29<sup>th</sup> ,November
- 9-Krauter,S.& Ochs,F.(2002) .An All-in-one solar home system . R10 02-world climate & energy events, January6-11,2002.
- 10-Saleh , T. & Sarkar, M.A.R. (2002) . Performance study of a PV operation forced convection solar energy dryer . 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 .
- 11-Scanlin,D.(1997) . Design , construction ,and use of an indirect , through –pass, solar food dryer. Home power #57.
- 12-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.

- 13-Singh,S. , Singh, p.p.& Dhaliwal ,S.S(2004). Multi-shelf portable solar dryer. Renewable energy 29, pp.753-76.
- 14-Stanislaw,p., Digvir,S.J.,Stefan,C.(1998).Grain Drying.John Willey & sons, Inc.pp.303.
- 15-Tiris,E. Vlachos,N.A., Karapantsios,T.D., Balauktsis ,A.I., &Chassapis, D.(2002).Drying technology.20(5) .pp. 1239-1267.
- 16-Vlachos,N.A.,karapantsios,T.D.,Balauktsis,A.I.&Chassapis,D.(2002).Design solar dryer. Drying Technology.20(5).pp.1239-1267.

*Basrah J.Agric .Sci., 23 (1) 2010*

---

## **DRYING OF CORN BY SOLAR ENERGY**

**asaad r.s.al-hilphy**

**Food Sciences & Biotechnology Dept-Agric.College-Basrah Univ.Basrah- Iraq**  
**asaadrehman@yahoo.com**

### SUMMARY

Corn was dried in an indirect locally manufactured solar dryer with natural flow . It consists of solar collector of 0.5 m<sup>2</sup> area and 25 kg capacity drying chamber, those of which was made of wood. The results compared with those of natural sun drying in January 2007, and showed that corn could be dried by using solar energy in Basrah city. Moisture content, water activity and specific heat were reduced with increasing day hours, The average and this reduction of drying time was higher in solar dryer than using natural sun drying method and the decreasing were 45%,19.5%,45%,19.49%,26.71,13.5 respectively . The average temperature in the drying chamber was 41.85 oC and the weather temperature was 18 oC. Experimental equations were proposed to calculate corn specific heat and moisture content as well as temperature of solar drying chamber at given solar radiation intensity and weather temperature.The differences between solar dryer and natural sun drying were not significant in the heat conduction.

Key words: solar energy, solar dryer, Corn