مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (35) العدد (9) 2013
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (35) No. (9) 2013

دراسة تجريبية لأداء نموذج (مجفف شمسي–بيت بلاستيكي) مطوّر لتجفيف التبغ السوري

الدكتور صلاح داوود*
يسرى الوزة**

(تاريخ الإيداع 3 / 11 / 2013. قُبِل للنشر في 25/ 11 / 2013)

ملخّص

يدرس البحث إمكانية تحسين مردودية عملية تجفيف المنتجات الزراعية في (المجفف الشمسي–بيت بلاستيكي), وذلك بإجراء تعديلات على تصميم المجفف الشمسي, حيث تم توسيع وحدة التخزين الحراري ضمنه, ووضع ساتر عزل حراري فوق السطح الشفاف الزجاجي لتقليل الضياعات الحرارية ليلا, وإضافة مروحة نابذية فوق نفق التجفيف لزيادة سرعة عملية تجفيف أوراق التبغ بزيادة تدفق هواء التجفيف الساخن المار من خلالها. وقد أجريت تجارب تجفيف نماذج من التبغ السوري (البرلي والبصما) في المجفف الشمسي المعدل في مركز أبحاث التبغ في الرميلة في اللاذقية خلال شهر حزيران من عام 2013. حيث تمت عملية التجفيف لنماذج تبغ البرلي والبصما المحميّة بشكل كامل من المطر والحشرات ضمن المجفف الشمسي خلال أربعة أيام لتبغ البرلي وثلاثة أيام لتبغ البصما. وكانت جودة أوراق التبغ المجففة ضمن المجفف الشمسي ونوعيتها جيدة.

الكلمات المفتاحية: مجفف شمسي, تبغ البرلي, نفق تجفيف, تبغ البصما, هندسة حرارية.

* أستاذ – قسم هندسة القوى الميكانيكية – كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية–جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.
** قائم بالأعمال – قسم هندسة القوى الميكانيكية– كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية–جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (35) العدد (9) 2013
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (35) No. (9) 2013

Experimental Study of the Performance of Improved (Solar Dryer-Greenhouse) in Drying Syrian Tobacco

Dr. Slah Daod*
Yousra alwazah**

(Received 3 / 11 / 2013. Accepted 25 / 11 / 2013)

ABSTRACT

This research study the improvement of the performance of drying the agriculture products in (solar dryer-greenhouse), therefore; the design of the solar dryer had modified. The thermal storage unit became bigger, and the glass transparent roof covered by thermal isolation sheet to reduce the thermal losses at night, a centurial fan was put on the drying tunnel to increase the speed of drying of Tobacco olives by increasing the hot drying air flue. The solar dryer tested in the tobacco researches center in Ramilah in Lattakia by drying samples of tobacco(Brly, Bassma) during the period of June,2013. The dried products in the solar dryer were completely protected from rains and insects, and the dried products are of high quality, The tobacco(Brly, Bassma) being dried in the dryer in four and three days, respectively.

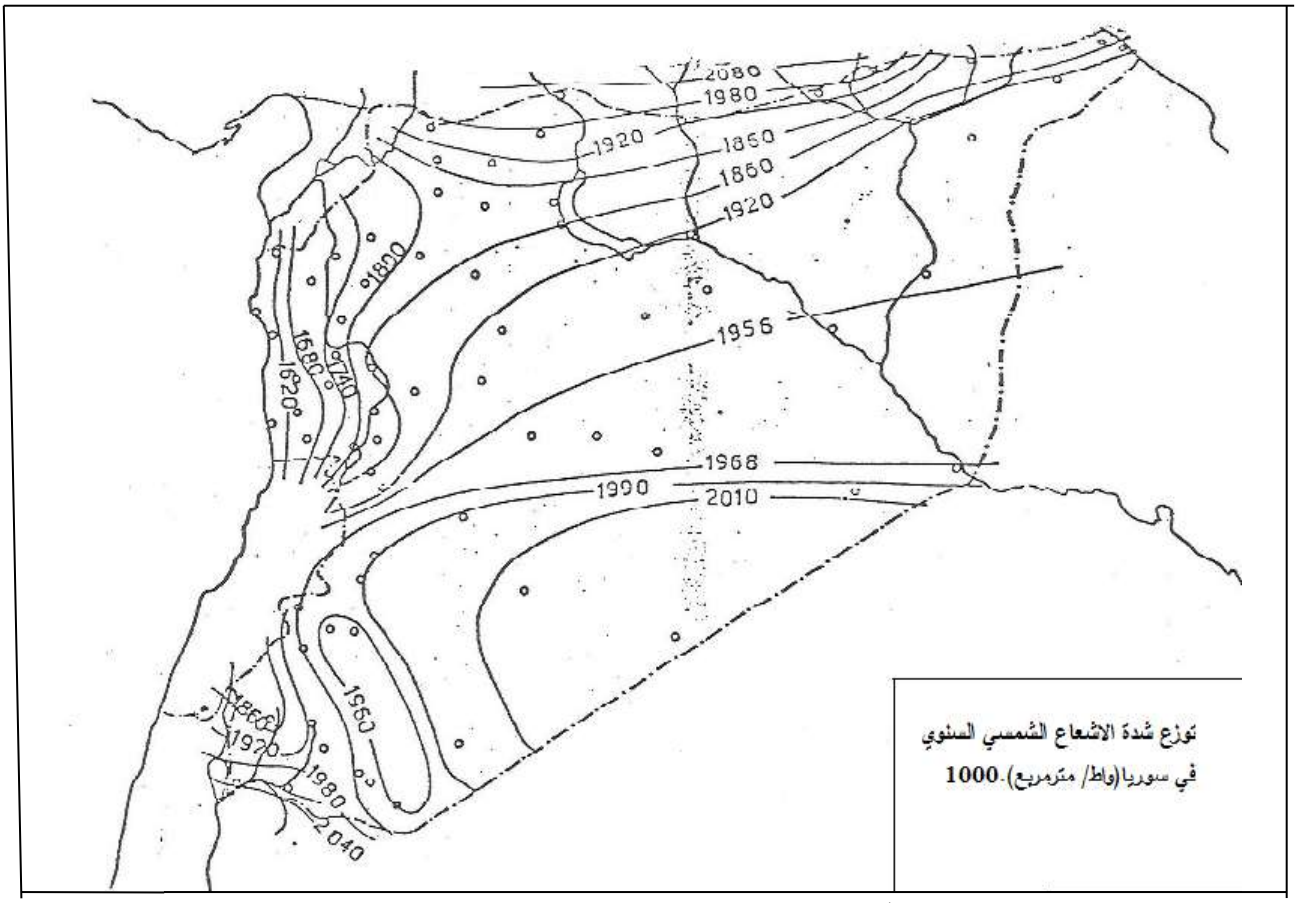
Keywords: solar dryer, Brly tobacco, drying tunnel, bassma tobacco, thermal engineering.

* **Professor, the power mechanical department-mechanical and electrical faculty- Tishreen university- Lattakia-Syria.**
** **Academic Assistant, the power mechanical department-mechanical and electrical faculty- Tishreen university- Lattakia-Syria.**

مقدمة:

تعتبر الطاقة الشمسية من أقدم أصدقاء الإنسان منذ أن وجد على وجه البسيطة, فالحياة تعتمد كليا على نور الشمس ودفئها. والطاقة الشمسية رخيصة تتوفر في معظم مناطق العالم, ويمكن الاستفادة منها والاستغناء عن كثير من البدائل المكلفة كالطاقة النووية والطاقة المستخرجة من باطن الأرض.

تعتبر الزراعة في القطر العربي السوري المورد الاقتصادي الأساسي لمعظم السكان, كما أن تجفيف المنتجات الزراعية والأخشاب يعتبر موضوعاً استراتيجياً يجب أن يلقى الاهتمام المتناسب مع أهميته, ويقع القطر العربي السوري بين خطي عرض $37^{\circ}-32.5^{\circ}$ درجة شمال خط الاستواء, حيث تبلغ شدة الطاقة الشمسية في هذا المجال قيما مرتفعة, يظهر الشكل (1) شدة الإشعاع الشمسي السنوي في مناطق القطر العربي السوري[1], من هنا برزت أهمية إدخال تقنية التجفيف الشمسي للمنتجات الزراعية إليه لما لها من مردودية اقتصادية وبيئية جيدة على الفلاح والاقتصاد ولاسيما في ظل ارتفاع أسعار المازوت.



الشكل(1) خريطة توزع شدة الاشعاع الشمسي في مختلف مناطق القطر العربي السوري.

لقد بينت الأبحاث والدراسات أن هناك مشاكل عديدة يعاني منها نظام التجفيف الشمسي أهمها[2] :

1-عدم توفر الطاقة الشمسية ليلا" أو في أثناء فترة تشكل الضباب أو الغيوم, ومن الممكن الحد من هذه المشكلة باستخدام مصدر طاقة مساعد, أو طريقة فعالة في تخزين الحرارة خلال النهار لاستخدامها ليلا لضمان استمرارية عملية التجفيف.

2–الاختلاف في شدة الطاقة الشمسية المستقبلة من قبل اللواقط الشمسية في وحدات التجفيف الشمسية مما يعني صعوبة في التحكم فيها.

3–انخفاض الطاقة الشمسية يؤدي إلى استخدام لواقط شمسية بمساحات كبيرة.

لقد تم تصميم مجفف شمسي–بيت بلاستيكي للمنتجات الزراعية في مركز أبحاث التبغ في الرميلة في جبلة الشكل(2), و تم تجريبه في تجفيف نوعين من منتج التبغ السوري الإستراتيجي هما البرلي والبصما[3], لوحظ أثناء التجريب أن هناك ذروة لدرجة الحرارة خلال النهار تصل فيها إلى أعلى قيمة لها لاتلبث أن تنخفض مما يؤثر في استمرارية التجفيف, وكذلك انخفاض درجة الحرارة ليلا داخل المجفف على الرغم من وجود وحدات تخزين حرارية مائية, مما يؤدي إلى انخفاض في مردودية المجفف.

لهذا تم إجراء تعديلات تصميمية على نموذج المجفف الشمسي –بيت بلاستيكي [3], وتجريبه على منتج تبغ البرلي و البصما خلال شهر حزيران في عام 2013, وذلك لمعرفة مدى تحسن مردودية التجفيف, وضمان استمرارية عملية التجفيف ليلا عن طريق تعديل منطقة التخزين الحراري ضمن المجفف.

الشكل(2) المجفف الشمسي–بيت بلاستيكي في جبلة في الساحل السوري لتجفيف التبغ قبل التعديل.

أهمية البحث وأهدافه:

يهدف البحث إلى دراسة إمكانية تحسين مردودية عملية تجفيف المنتجات الزراعية (تبغ البرلي والبصما) ضمن نموذج المجفف الشمسي–بيت بلاستيكي[3], وذلك بإجراء تعديلات تصميمية على المجفف ووحدة التخزين الحرارية ضمنه, مما ينعكس بشكل إيجابي على جودة المنتج المجفف ونوعيته و زيادة المردودية الاقتصادية للمنتج وللمزارع وللاقتصاد الوطني, وكذلك تخفيف التلوث البيئي في بلادنا.

طرائق البحث ومواده:

نظرا للمشاكل التي تعاني منها أنظمة التجفيف الشمسية من اختلاف الطاقة الشمسية المستقبلة من قبل المجفف الشمسي نهاراً و غيابها ليلاً, وبالتالي ضعف القدرة التخزينية الحرارية نظرا لميل الشمس في أشهر الخريف التي يستمر فيها التجفيف لمنتج تبغ البرلي والبصما في بلادنا, فقد قمنا وبالاعتماد على معادلات التوازن الحراري والكتلي لنظام

التجفيف الشمسي للمنتجات الزراعية[4], بإجراء تعديلات تصميمية على نموذج المجفف الشمسي–بيت بلاستيكي[3], ليصبح نموذج المجفف الشمسي–بيت بلاستيكي المطوّر كما في الشكل (3–a), وتمثلت هذه التعديلات بتوسيع منطقة التخزين وتقليل ارتفاع الحائط الجنوبي، وبالتالي زيادة مساحة السطح الشفاف وكذلك مساحة منطقة التخزين الحرارية لوضع براميل سوداء مملوءة بالماء لزيادة التخزين الحراري وبالتالي رفع درجة الحرارة ليلا, مما يؤدي إلى استمرارية عملية التجفيف ليلا نهارا. والتعديلات هي كالتالي:

1- مد المجفف (منطقة التخزين الحراري) بمسافة متر ونصف بحيث يتم تنفيذ سطح زجاجي بالطريقة نفسها ويتم بناء البلوك في الأمام و على الجانبين.

2- وضع مجموعة خزانات مملوءة بالماء مدهونة بالدهان الأسود موضوعة بشكل أفقي على الأرض ويحتاج الأمر لحوالي عشرة براميل أخرى ليصبح المجموع عشرين برميل ماء .

3- تركيب ستائر على السطح الزجاجي الشفاف للمجفف من مادة عازلة للحرارة لتخفيف الفقد الحراري ليلا.

4- وضع توريقة أسمنتية للمجفف من الخارج بسماكة جيدة لمنع التسرب.

5- تعديل وضع الساترة المعدنية ووضعها بشكل موازٍ لنفق التجفيف، مع العمل على وضع باب متحرك لتخديم منطقة التخزين الحراري.

6- إضافة مروحة نابذية باستطاعة 2500 متر مكعب بالساعة.

7- تركيب مروحة على الحائط الشمالي من النوع المحوري للعمل خلال فترة الليل لمنع الرطوبة خلال عمل المجففة.

8- تزويد المجففة بمقياس تدفق الهواء وبسكرومتر ومقاييس لدرجات الحرارة اللازمة.

9- تثبيت أربعة ألواح من الألمنيوم أو الستانلس ستيل على الحائط الشمالي تقوم بدور المرآة أو العاكس الشمسي.

10 –إجراء عمليات تنظيف شاملة للسيلكون والدهان والزجاج والصاج الأسود .

قمنا في أثناء العمل في المجفف لإجراء هذه التعديلات بتركيب ساتر عازل من مادة عزل حراري (صوف زجاجي) التي تستخدم عادة حول أسطوانات تسخين المياه, و ذلك فوق السطح الشفاف على شكل ستارة بحيث تغطيه في فترات الليل والمساء لتقليل الفقد الحراري من منطقة التخزين الحراري إلى الوسط المحيط نتيجة انخفاض درجات الحرارة ليلا.

أصبحت أبعاد المجففة الشمسية المعدلة كالتالي: ارتفاع الحائط الشمالي ثلاثة أمتار والعرض حوالي أربعة أمتار ونصف والطول ثمانية أمتار والارتفاع الصغير الجنوبي حوالي 40 سم، أي بسماكة بلوكتين، وبالطبع تمت تغطية المنطقة الموسعة بالغطاء الزجاجي الشفاف ووضع في هذه المنطقة عشرة خزانات (براميل) سوداء مملوءة بالماء، متوضعة بشكل مائل للحصول على أعلى إشعاع شمسي ساقط عليها, وبالتالي الحصول على سعة حرارية تخزينية عالية, كما هو مبين بالشكل (3–b).

الأبعاد الجديدة :

الوصف العام :طول [m]8, وعرض [m]4.5, و ارتفاع [m]3.

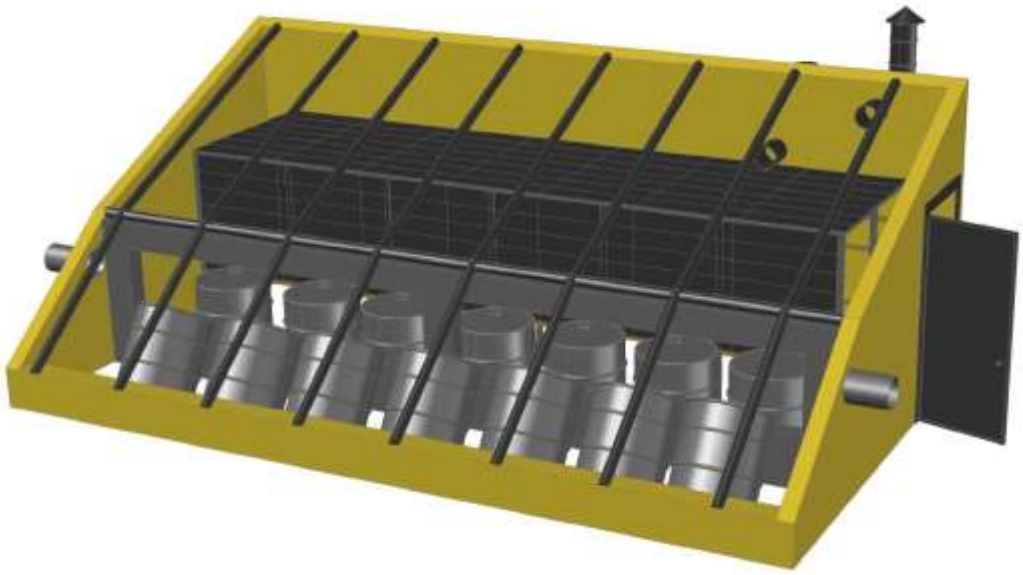
غرفة التجفيف:

عرض [m]2, و ارتفاع [m]2, و طول [m]7, وطول الضلع المائل بزاوية °25 عن الأفق [m]2.2.

غرفة التخزين الحراري :

عرض [m]2.5, و ارتفاع الكبير [m]2, وارتفاع الصغير [m]0.4, وطول الضلع المائل بزاوية °43عن الأفق [m]2.3.

الشكل (3–a) نموذج المجفف الشمسي–بيت بلاستيكي المطوّر لتجفيف التبغ السوري في الساحل السوري.

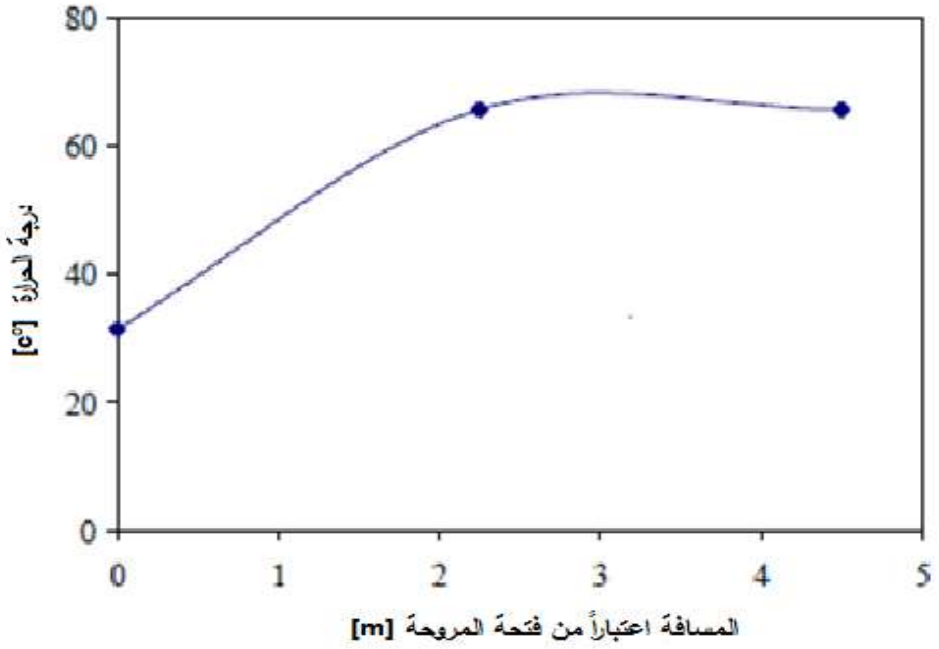


الشكل(3–b) أجزاء المجفف الشمسي–بيت بلاستيكي المطوّر لتجفيف التبغ السوري في الساحل السوري.

النتائج والمناقشة

تم إجراء تجارب تجفيف لتبغ البرلي في المجفف الشمسي–بيت بلاستيكي المعدل والمبين بالشكل(3), وذلك في شهر حزيران من عام 2013, إذ تم تحميل الدفعة الأولى من تبغ البرلي الأخضر بوزن 350[kg] يدوياً في يوم 6حزيران عند الساعة الثامنة صباحا لتنتهي عملية التجفيف في يوم 9حزيران عند الساعة 6 مساء, وكانت رطوبة تبغ البرلي النسبية المجفف 13%.

في أثناء تحميل الدفعة الأولى من تبغ البرلي ضمن المجفف الشمسي–بيت بلاستيكي تم قياس درجة حرارة هواء التجفيف الساخن بالقرب من السطح الشفاف الجنوبي الذي يقع فوق السطح الماص الأسود الشكل(4), حيث يتم تدوير هواء التجفيف قسرياً بواسطة المراوح النابذة بسرعة 2[m/sec] فوق السطح الماص الأسود المسخن بواسطة الأشعة الشمسية المارة من خلال السطح الزجاجي الشفاف ليتخلل خيطان التبغ االمعلقة ضمن نفق التجفيف, ويلاحظ من الشكل(4) أن درجة حرارة هواء التجفيف قد وصلت إلى 70 درجة مئوية على مسافة تبلغ حوالي5 أمتار من طول نفق التجفيف, وهي درجة حرارة جيدة لإتمام عملية التجفيف.



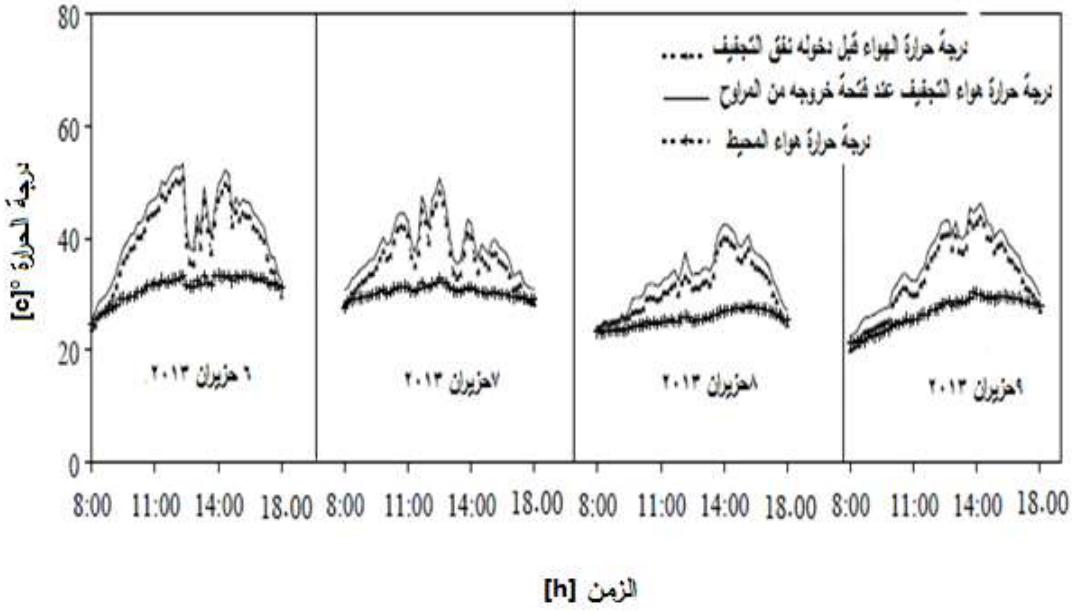
الشكل (4) تغير درجة حرارة هواء التجفيف تبعا للمسافة التي يقطعها بدءا من فتحة مروحة الدخول.

كما تم قياس درجات الحرارة عند فتحة خروج هواء التجفيف من المروحتين النابذيتين فوق السطح الماص الأسود, وعند بداية نفق التجفيف وقبل تغلغل الهواء بين أوراق تبغ البرلي الأخضر المعلقة ضمنه, وكذلك درجة حرارة الوسط المحيط خلال أيام التجفيف كما هو مبين في الشكل(5).

لقد لوحظ فروقات صغيرة في درجات الحرارة عند فتحة خروج هواء التجفيف الساخن ونهاية السطح الماص الأسود (أي خلال عملية ملامسة هواء التجفيف للسطح الماص الأسود الساخن بفعل الإشعاع الشمسي الساقط عليه من خلال السقف الزجاجي الشفاف المائل), ولوحظ أيضاً أن درجة حرارة هواء التجفيف الساخن ترتفع بمقدار 5°–20° درجة مئوية عن درجة حرارة الوسط المحيط.

تنخفض درجة حرارة هواء التجفيف الساخن عند تمريره قسرياً بواسطة المراوح خلال ورق تبغ البرلي بضع درجات بسبب الضياعات الحرارية, وفي أغلب الأحيان تتغير الرطوبة النسبية لهواء التجفيف ضمن المجفف بين 25–35% في أثناء ساعات النهار.

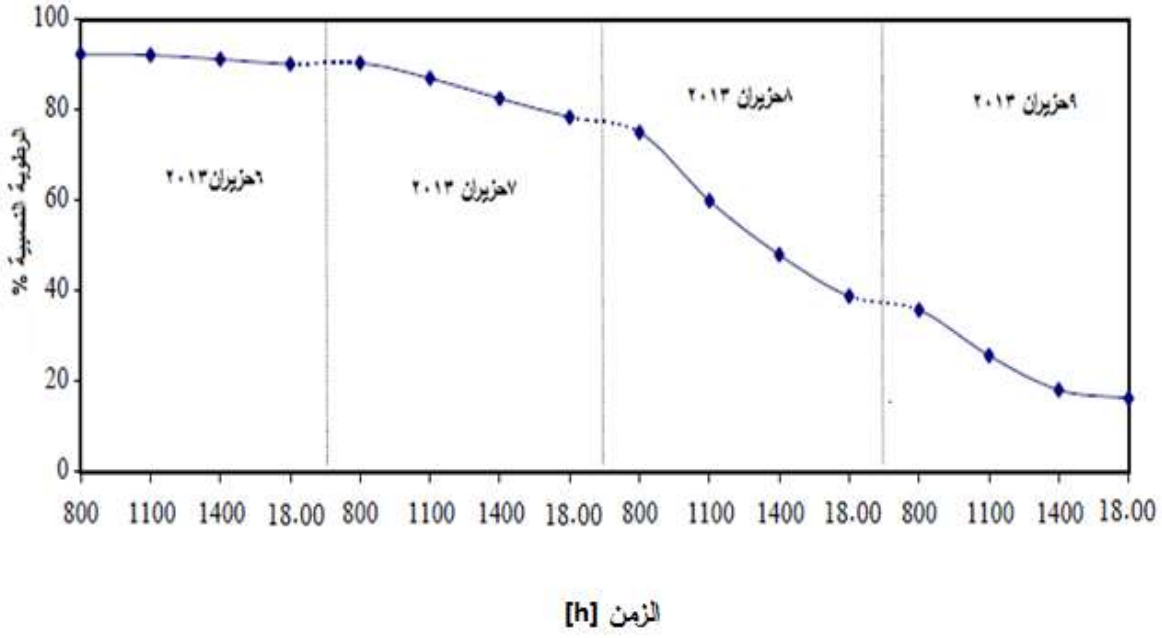
بالأخذ بعين الاعتبار درجة الحرارة و الرطوبة النسبية لهواء التجفيف الداخل ضمن المجفف, نلاحظ أن هواء التجفيف يملك قدرة تجفيف أكبر مقارنة مع هواء الوسط المحيط[5].



الشكل(5) تغير درجات الحرارة لهواء التجفيف عند فتحة خروجه من المراوح, وعند بداية نفق التجفيف, وهواء المحيط في أثناء تجفيف تبغ البرلي ضمن المجفف الشمسي–بيت بلاستيكي.

يلاحظ من الشكل(6) أن الرطوبة النسبية لأوراق تبغ البرلي تنخفض ببطء في بداية عملية التجفيف ضمن المجفف الشمسي–بيت بلاستيكي حتى اليوم الثاني من عملية التجفيف, ثم تنخفض بسرعة حتى نهاية عملية التجفيف في اليوم الرابع. يمكن تفسير ثبات الرطوبة النسبية عند بداية عملية التجفيف بالعتبة الزمنية اللازمة لتسخين الماء ضمن أنسجة الأوراق، و من ثم تبخيره عند الحصول على كمية الحرارة الكامنة اللازمة للتبخير وبالتالي تحرير الأنسجة من الرطوبة الداخلية[6].

تنخفض الرطوبة النسبية لأوراق تبغ البرلي في نفق التجفيف ضمن المجفف الشمسي–بيت بلاستيكي في ظروف السماء الصافية من 94% إلى 15% خلال مدة أربعة أيام، وهي المدة اللازمة لإتمام عملية التجفيف (45 ساعة عمل تجفيف شمسية), ولكن المدة الزمنية الفعالة للتجفيف في اليوم الواحد تعادل 13 ساعة في نموذج المجفف الشمسي–بيت بلاستيكي المطوّر, بينما كانت في النموذج قبل التعديل تعادل 9 ساعات, أي بزيادة تقريبية بنسبة 31%.

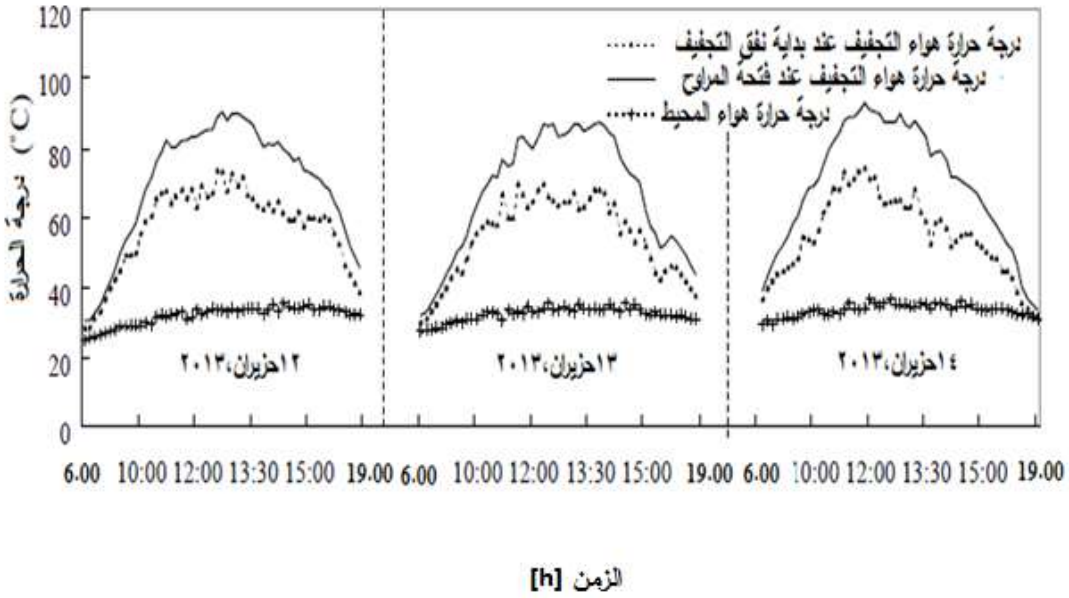


الشكل(6) تغير الرطوبة النسبية خلال فترة تجفيف تبغ البرلي ضمن المجفف الشمسي–بيت بلاستيكي.

تجدر الإشارة إلى أن لون أوراق تبغ البرلي المجففة ضمن المجفف الشمسي–بيت بلاستيكي ونوعيّتها جيدة و مطابقة للمواصفات التجارية المطلوبة، من لون بني ورائحة ونكهة جيدة لأوراق التبغ الجافة[7].

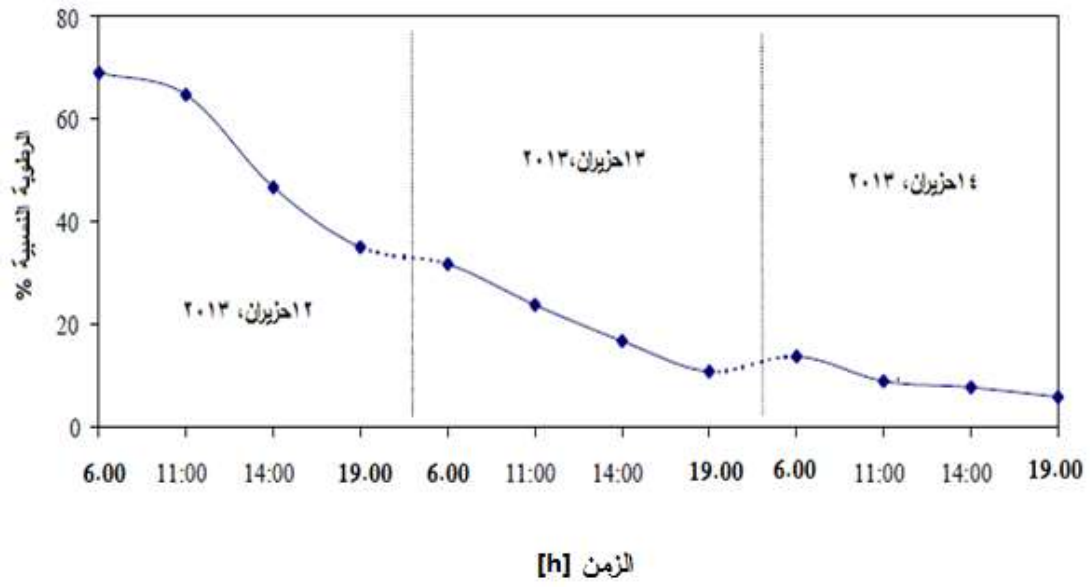
تم تجفيف دفعة من تبغ البصما بوزن100 كيلوغرام تم وضعها على قطع من الخيش معلقة على عوارض خشبية يمر الهواء الساخن خلالها, وبدأت عملية التجفيف في يوم 12 حزيران الساعة السادسة صباحا وانتهت يوم 14 حزيران الساعة السابعة مساء.

يبين الشكل(7) تغير درجات الحرارة لهواء التجفيف عند بداية نفق التجفيف، و عند فتحة مراوح الهواء، و لهواء الوسط المحيط, ويلاحظ أن هناك فرقاً كبيراً بين درجة حرارة هواء التجفيف في أثناء تجفيف أوراق تبغ البصما و درجة حرارة الهواء الخارجي, إذ تصل درجة حرارة هواء التجفيف إلى 85° في منتصف النهار مما يؤدي إلى انخفاض الرطوبة النسبية لأوراق تبغ البصما من 70% إلى 10% خلال ثلاثة أيام ضمن المجفف الشمسي–بيت بلاستيكي.



الشكل(7) تغير درجة حرارة هواء التجفيف عند فتحة المراوح, وبداية نفق التجفيف, ودرجة حرارة هواء المحيط في أثناء تجفيف تبغ البصما.

يبين الشكل(8) تغير الرطوبة النسبية لأوراق تبغ البصما خلال فترة التجفيف ضمن المجفف, إذ نلاحظ أنها تنخفض منذ اليوم الأول لبدء عملية التجفيف، و تستمر في الانخفاض حتى نهاية هذه العملية, وذلك بسبب صغر أوراق تبغ البصما, مما يسمح للرطوبة بالتحرر بسهولة من سطح الأوراق اعتباراً من اليوم الأول للتجفيف, خلال مدة زمنية فعالة للتجفيف تبلغ في اليوم الواحد 13 ساعة, بينما كانت في النموذج قبل التعديل تساوي 9 ساعات, أي بزيادة تقريبية بنسبة 31% .



الشكل(8) تغير الرطوبة النسبية لأوراق تبغ البصما خلال مدة التجفيف في المجفف الشمسي–بيت بلاستيكي.

الاستنتاجات والتوصيات:

1- تم تطوير نموذج المجفف الشمسي–البيت بلاستيكي في مدينة جبلة في محافظة اللاذقية من خلال تعديل أبعاد منطقة التخزين الحراري، بحيث أصبحت أكبر وذلك من أجل زيادة القدرة التخزينية للحرارة وزيادة مدة التجفيف الفعالة ولاسيما خلال ساعات الغروب والليل.

2- زيادة المدة الزمنية الفعالة لعملية تجفيف أوراق تبغ البرلي والبصما في المجفف الشمسي–البيت البلاستيكي المعدل والمدروس في هذا البحث مقارنة مع ساعات التجفيف في المجفف الشمسي–بيت بلاستيكي قبل التعديل[3], مما يعني زيادة فعالية التجفيف بنسبة 31%.

3- تبين أن المدة الزمنية اللازمة لإتمام عملية التجفيف بشكل تام لأوراق تبغ البرلي هي أربعة أيام, ولأوراق تبغ البصما هي ثلاثة أيام. كما أن عملية التجفيف مستقرة ومتجانسة في نموذج المجفف الشمسي–بيت بلاستيكي المعدل، مقارنة بعملية التجفيف في المجفف قبل التعديل.

4- وجدنا أن الاختلاف في درجات الحرارة لهواء التجفيف الساخن المستخدم في تجفيف أوراق التبغ بين مدخل مراوح الهواء (أي بداية مرور الهواء الساخن على السطح الماص الأسود الساخن بفعل الأشعة الشمسية الساقطة عليه من خلال السقف الزجاجي المائل), و بداية نفق التجفيف (أي نهاية مرور الهواء الساخن على السطح الماص الأسود) كبير, مما يعني أن ضياعات الحرارة الناتجة من الإشعاع الشمسي الساقط على السطح الماص الأسود الساخن قليلة.

5- لوحظ أن المنتجات المجففة ضمن نموذج (مجفف شمسي–بيت بلاستيكي) المعدلة ذات مواصفات نوعية تجارية جيدة من شكل ولون ورائحة, وذلك بسبب حمايتها من تغير الظروف المناخية, والبكتريا, والحشرات.

6- لابد من تطوير منظومة التخزين الحراري في نموذج المجفف الشمسي–بيت بلاستيكي المعدل, وذلك من أجل زيادة فعالية التجفيف بعد غروب الشمس وليلاً أكثر مما لوحظ أثناء تجريب المجفف الشمسي المعدل, وذلك إما بإدخال مصدر طاقة مساعد, أو زيادة فعالية العزل الحراري من أجل تقليل الضياعات الحرارية ليلاً.

7- لابد من التوسع بدراسة هذه النماذج من المجففات الشمسية للمحاصيل الزراعية في بلادنا لما لها من مردودية اقتصادية جيدة على المزارع والاقتصاد الوطني, بحيث تكون منتجاً صناعياً بمتناول اليد سهل التشغيل والتحكم به.

المراجع:

[1]–د. قرضاب , محمد. د. سليمان , سليمان. د. حمصي, موفق . د.البني , محمد . د.عيد , إبراهيم. م. درويش , مجد. , *أطلس الإشعاع الشمسي في الجمهورية العربية السورية*, المديرية العامة للأرصاد الجوية,مكتب الطاقات المتجددة,المعهد العالي للعلوم التطبيقية و التكنولوجيا ,دمشق, (1994), صفحة 165.

[2]- Arun S. Mujumdar, Hall.carl, *Handbook of Industrial Drying*, Taylor & Francis Group, U.S.A, pg-308, 2006.

[3]–د. داوود , صلاح. م. الوزة , يسرى., *نمذجة رياضية وتجريبية لأداء (مجفف شمسي–بيت بلاستيكي)*, مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العليا, موافقة على النشر برقم \1154\ و بتاريخ 2013\10\21.

[4]– د . السيد , مصطفى محمد . د .فتحي, قدري أحمد . د . مجاهد , ابراهيم السيد, *النماذج الحسابية للنظم الحرارية الشمسية*, مركز النشر العلمي في جامعة الملك عبد العزيز , جدة , المملكة العربية السعودية,(2000), صفحة 760.

[5]- Sodha MS, Bansal NK, Kumar A, Bansal PK, Malik MAS. *Solar crop drying*. vol. 1. Boca Raton, FL: CRC Press; 1987.

[6]–د.رقية, نزيه, *التبوغ وتكنولوجيتها* ,مطبوعات جامعة تشرين , اللاذقية , سوريا , (2003–2002)، صفحة 330.

[7]– م.بنشي، محمد. م. شطيحي،باسل, *دراسات و نشرات حول أصناف التبغ الموجودة في الساحل السوري وكيفية تجفيفها* , مركز دراسات جب حسن للبحوث الزراعية,اللاذقية,سوريا, 2001 , صفحة 80.