مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (36) العدد (3) 2014
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (36) No. (3) 2014

تصميم واختبار كفاءة نموذجين لحافظات يمكن أن تستخدم لحفظ البندورة

الدكتور علي محمد علي*
زهر صافي**

(تاريخ الإيداع 30 / 12 / 2013. قبل للنشر في 19 / 5 / 2014)

□ ملخّص □

يهدف البحث إلى دراسة نظام التبريد التبخيري في عملية التبريد باستخدام نموذجين من الأوعية (الفخارية، المعدنية). أجريت الدراسة في موقع من محافظة طرطوس في فترة الشهر (الرابع –الخامس –السادس)، لعام 2013، وذلك على ثمار البندورة، فبينت الدراسة أن الفخار يسبب انخفاض في درجة الحرارة بين(4–6) درجة مئوية، وأن المعدن يسبب انخفاض بدرجة الحرارة تتراوح بين (3–5) درجة مئوية، وأن ثمار البندورة المحفوظة بالأوعية الفخارية لم يطرأ عليها أي تلف بنسيجها أو بنيتها خلال مدة الحفظ (27 يوم) مقارنة بالشاهد الذي تعرض للتلف خلال (12 يوم).

الكلمات المفتاحية: الطاقة الشمسية، التبريد، الفخار، المعدن، ثمار البندورة.

* أستاذ مساعد – قسم هندسة تقانة الأغذية – كلية الهندسة التقنية – جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.
**قائمة بالأعمال – قسم هندسة المكننة الزراعية – كلية الهندسة التقنية – جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (36) العدد (3) 2014
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (36) No. (3) 2014

Design and test models the sufficiency of two savers can be used for preservation the tomatoes

Dr. Ali M. Ali*
Zaher Safi**

(Received 30 / 12 / 2013. Accepted 19 / 5 /2014)

□ ABSTRACT □

The research aims to optimize the investment in solar cooling process using two models of vessels (clay- mineral).The study was conducted at the site of Tartous in the month (the fourth - fifth - sixth) years (2013) and that the fruits of the tomato study، she stated that the pottery is causing a drop in temperature between (4-6) degrees Celsius, and that the metal causes the low temperature range between (3-5) degrees Celsius although the fruits of tomatoes preserved pottery vessels have not undergone any damage of its structure or texture during the period of conservation (27 days) compared to the control which is exposed to damage during the (12 days) .

Keywords : sufficient savers, cooling , Pottery , metal , tomato.

*Associate Professor, Department of food technology, Tishreen University, Lattakia, Syria.
**Academic Assistant, Department of Agricultural Mechanization, Technical Faculty, Tishreen University, Lattakia, Syria.

مقدمة:

إن أسعار الطاقة الكهربائية في العالم في تزايد مستمر بسبب الطلب الهائل عليها، لذلك يبحث العلماء عن طاقات بديلة من أهمها الطاقة الشمسية، وهي الطاقة التي لا تلوث البيئة سواء عند استخراجها أو استعمالها، ونظرا لتعدد مجالات استعمال الطاقة الشمسية سواء في عمليات التسخين أو التجفيف أو التبريد أو توليد الكهرباء، كان نصب أعيننا الاستثمار الأمثل للطاقة. فقد حاول العلماء وخاصة في البلدان الحارة التي تعاني من صعوبة في حفظ منتجاتها، إنشاء ثلاجة تعمل بالطاقة الشمسية. بينما كان هدفنا اختيار أفضل مادة تعطي أفضل كفاءة للثلاجة، فوقع اختيارنا على مادتي الفخار والمعدن، اللتان تتمتعان بقدرتهما على تبخير الماء من جدرانها عند ارتفاع حرارة الوسط المحيط. ولذلك تابعنا بدراستنا لاكتشاف الفرق بين المادتين نظرا" لأهمية التبريد في حياتنا اليومية، ولما للثلاجة من فوائد متنوعة فهي تحد من تبديد الغذاء، وتحفظ الأدوية، ويمكن أن تخفف من المجاعة في القرى، ويمكن نقلها إلى أي مكان بسهولة.

الدراسة المرجعية:

أثبتت الدراسات الحديثة أن للطاقة الشمسية أهمية في عملية التبريد وذلك بطرق مختلفة فقد:

_ وجد الباحث (محمد عواد الدبس،2013) أن هناك مجموعة نماذج للتبريد الشمسي التي تم بنائها وتشغيلها منها

_ النموذج الأول: ثلاجة شمسية للفقراء، وهي ثلاجة شمسية رخيصة الثمن، وغير ملوثة للبيئة، تعمل بمبدأ التبخر، وهي وسيلة لإستخدام فعال واقتصادي للطاقة الشمسية، أن هذا النظام الجيد للتبريد يمثل عودة إلى المصادر بفضل الطاقة الشمسية، إنه رخيص يسير المنال، وغير ملوث، ويعمل بدون كهرباء. بين الباحث أن الثلاجة عبارة عن اسطوانتين مصنوعتين من الخشب أو البلاستيك أو حديد الصاج، ويوجد مادة إسفنجية بين هاتين الإسطوانتين يتم تغذيتها بالماء، وعندما ترتفع درجة الحرارة يبدأ الماء بالتبخر، الأمر الذي يؤدي إلى سحب الحرارة من الاسطوانة الداخلية الحاوية على المنتج ، حيث بلغت الحرارة ثمانية درجات مئوية.

_ النموذج الثاني: التبريد الشمسي بمبدأ الإمتصاص فقد تضمن هذا البحث بناء و تركيب و تشغيل نظام للتبريد الشمسي بإستخدام تقنية للإمتصاص ضمن الظروف المناخية لجامعة مؤتة في الكرك في الأردن تم اختيار مادتي الميثانول و الكربون المنشط كزوج إدمصاصي لقد تم تشغيل هذا النظام في الليل و النهار لمراقبة دوره التبريد تم مراقبة درجة الحرارة و الضغط لكل أجزاء دورة التبريد بشكل عام كانت النتائج جيدة و مشجعه.

_ النموذج الثالث: التبريد الشمسي بمبدأ الإدمصاص، يعتمد نظام التبريد الشمسي باستخدام تقنية الإدمصاص بشكل كبير على الأزواج الإدمصاصية داخل نظام التبريد والعمليات التفاعليه التي تنطوي عليها وتصنيع جميع أجزاء النظام بطريقة جيدة ودقيقه. تهدف هذه الدراسة إلى دراسة وتحسين طرق تطوير التبريد الشمسي باستخدام تقنية الادمصاص من خلال تعزيز انتقال الحرارة بين الصفائح المعدنية و المكثف وزيادة التوصيل الحراري للمكثفات وفي الوقت نفسه اختيار الظروف البيئية المناسبة لتحسين أداء التبريد بالطاقة الشمسية .

ركزت هذه الدراسة على استخدام المواد غير الملوثة والموفرة للطاقة واللتان هما من أبرز الخصائص المميزة لدراسة هذا الموضوع. بالإضافة إلى بعض السمات كالبساطة، وسهولة الصيانة، وعدم وجود عناصر سلبية كالإزعاج، جميعها تعد من الميزات الهامة جدا" التي تجعل هذا النوع من الأنظمة مناسبة لتطبيقات عديدة بما في ذلك

أجهزة تكييف الهواء في السيارات، ونقل المواد الغذائية أو التبريد الشمسي. ومع ذلك فإن العيب الرئيسي لهذا النظام هو طول فترة الإدمصاص. تم مراجعة درجة الحرارة لكل من اللاقط الشمسي و المكثف و المبخر وتم الحصول على درجة حرارة داخل الثلاجة بلغت ثمانية درجات مئوية، تم طلاء المادة الماصة للحرارة في اللاقط الشمسي بحبيبات مادة النانو وهو ما يسمى النانو تكنولوجي، ويعتبر هذا البحث الأول في الأردن و في العالم العربي الذي يستخدم تقنية النانو تكنولوجي مع تقنية الادمصاص.

وجد (موسى،2011) أن بعض مراكز البحث تبين أن استخدام الخلايا الضوئية للوحات الكهربائية الشمسية تحول طاقة الشمس الى كهرباء، والكهرباء تشغل الضاغط المطلوب بنفس الاسلوب.

_ وقد وجد (موسى،2011) أن هناك مراكز بحث تقول أن الإستفادة من طاقة الشمس في تسخين مادة الغلايكول الكحولية، لتقوم بدورها بنقل الحرارة إلى الغاز المبرد، والوصل إلى درجة حرارة عالية كفيلة بضغطه، وهذا يعوض عن استخدام ضاغط يعمل بالكهرباء لتستمر الدورة بالشكل الاعتيادي.

_ وجد الباحث (محمد رضوان العطار، 2012) أنه في نيجيريا ترتفع درجات الحرارة بشكل كبير، والسكان هناك يعانون من قلة المياه والكهرباء، لكن واحدة من أكبر مشاكلهم عدم استطاعتهم حفظ خضرواتهم من التلف بسبب الحرارة، وقد أبدع مدرس نيجيري كان يعمل بصغره في صنع الأواني الفخارية ابتكارا" هاما"، حيث قام باعادة توظيف وعائين متداخلين من الفخار في صناعة براد يحفظ الخضروات من التلف، وقد ذهب بفكرته الى مجموعة تنمية التقنية الوسيطة، التي تقوم بمساعدة الباحثين بإجراء تجارب ميدانية، للوقوف على قيمة الابتكار، سواء في حفظ المحتوى الغذائي للخضروات، أو مد عمرها التخزيني.

ومن صحيفة الشعب اليومية أونلاين(2010) فقد أعلن معهد الصين لتطوير الأجهزة الكهربائية وشركة "شين فيي"المحدودة للأجهزة الكهربائية يوم 30 مارس 2010 في _بيكين_ عن خطتهما للتعاون في تطوير تقنية جديدة تجعل ثلاجات التبريد تعمل بالطاقة الشمسية الحرارية عوضا عن الكهرباء قريباً. وحسب التخطيط فإنه سيتم تحويل نمط التبريد للثلاجات من استعمال الكهرباء والطاقة التقليدية إلى الطاقة الشمسية خلال ذلك. وإن الثلاجة التي تعمل بالطاقة الشمسية ثلاجة خضراء تخفض انبعاثات الكربون، واستهلاك الطاقة وضجيج الثلاجة إلى الصفر. ووفقا للتقارير، فقد تم صيانة 200 مليون ثلاجة في الصين حالياً، وإذا استعملت كافة الثلاجات في الصين الطاقة الشمسية بدل الطاقة الكهربائية التقليدية، سيتم الحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون سنويا ما يبلغ 36.6 مليار كيلوغرام، ويعادل الحد من انبعاثات الكربون ل 3.3 مليون سيارة في السنة.

(Martin et al, 2011) بحثوا في استخدام المبردات بالامتزاز حيث يتم استخدام المواد الصلبة بدلا" من الماء السائل لإجراء عملية الامتزاز. فالمبرد العادي يحتاج من 50 إلى 500 كيلو واط، لذلك استخدام مبردات الإمتزاز يعتبر ميزة ولايوجد خطورة من التبلور، وبالتالي لاتوجد قيمة عظمى وقيمة دنيا لدرجة الحرارة بالنسبة للمبرد الذي يعمل بالطاقة الشمسية. أما(Sharma v.k et al, 2011) فقد بحثوا في التبريد الشمسي والخيارات المحتملة لتوفير الطاقة والحد من انبعاثات غازات الدفيئة في افريقيا. نظرا" للحرارة المرتفعة في المناطق الإفريقية فبدلا" من التفكير بعملية التبريد والتكييف لخفض درجة حرارة الوسط المحيط انطلق الباحثون إلى التفكير بكيفية الإستفادة من الطاقة الشمسية في عملية التبريد فوجدوا نفس الأسلوب التقليدي و لكن عوضاً عن أن أوصل الثلاجة أو المكيف المطلوب بالكهرباء الرئيسية (Mains) أوصلها بخلية ضوئية تعمل بطاقة الشمس.

وقد درس (U.Jakob et al, 2008) في التطوير والتحقق من أنظمة التبريد بالطاقة الشمسية بالإعتماد على مضخات الحرارة بالإمتصاص، ففي هذا النظام تطلق الأمونيا (Ammonia) السائلة على الهيدروجين (Hydrogen) لتتبخر على هيئة غاز وبوجود غاز الهيدروجين يتحقق التبريد أثناء التبخر، ترسل الأمونيا الغازية إلى خزان ماء يقوم بامتصاص الغاز، يسخن المحلول في حرارة الشمس لتنفصل الأمونيا الغازية عن الماء، تكثف الأمونيا الغازية على هيئة سائل يطلق على الهيدروجين في إعادة للدورة التبريدية.

أهمية البحث وأهدافه:

تكمن أهمية البحث في اختبار قدرة كل من الأوعية الفخارية والمعادن كلا على حدا، وباستعمال مواد بسيطة ومتوفرة كالرمل والقطن، على حفظ ثمار البندورة أطول فترة ممكنة، بالاتماد على فكرة التبريد بالتبخير.

أما أهداف البحث فتلخص فيما يلي:

–تصميم نموذجين /معدني ومن الفخار/ لحاويات يمكن أن تستخدم لحفظ المنتجات الزراعية البندورة مثالا".

طرائق البحث ومواده:

تم وضع الحافظات في ظروف الغرفة الطبيعية حيث تتعرض الغرفة لأشعة الشمس خلال فترة الصباح أي حتى الساعة الحادية عشر تقريبا"في الآيام المشمسة.

صنعت الحاويات أو الحافظات من المواد التالية:

الصلصال: تم استخدام أوعية فخارية ذات المنشأ الترابي، وبأحجام مختلفة، حيث تم استخدام أربع أوعية من الحجم الوسط، وأربع من الحجم الكبير، توضع بها الأوعية المتوسطة الحجم، وقد تم صنعها وفق شروط صناعة الفخار. فالوعاء الفخاري االداخلي بقطر12سم والوعاء الفخاري الخارجي بقطر 24سم والشكل رقم /1/ والشكل رقم /2/ يوضح هذه الاوعية:

الشكل رقم/1/ نموذج لحافظة (فخار–قطن)

الشكل رقم/2/ نموذج لحافظة (فخار–رمل)

المعدن: تم استخدام معدن مصنوع من مادة الستانلس ستيل، تركي المنشأ وهو المادة الحافظة للمادة النباتية.وقد تم استخدام اربع أوعية من المعدن بقطر 12سم.والشكل/3/يوضح النموذج

الشكل رقم/3/ نموذج لحافظة (معدن–قطن)

البلاستيك: تم استخدام الأوعية بلاستيكية توضع بها الأوعية المعدنية وبعد إحداث ثقوب بالأوعية البلاستيكية تسمح بإحداث تبادل مع الوسط الخارجي.تم استخدام أربع أوعية من البلاستيك بقطر 24سم.

الرمل: إن الرمل المستعمل بالتجربة رمل بحري. وشكل الوسط العازل بين المعدن والبلاستيك، وبين أوعيتي الفخار، رغم أنه لم تتم أي معاملة للرمل المستخدم.

القطن: عبارة عن مادة عازلة بين أوعية المعدن والبلاستيك، أو بين أوعية الفخار، وقد تم استخدام القطن الطبي المتوفر بالأسواق.

ميزان الحرارة: يستخدم ميزان الحرارة لمعرفة الفروقات الحرارية داخل الحافظةحيث توجد المادة النباتية وخارجها أي درجة حرارة الجو الخارجي، فقد تم استخدام ميزان حرارة زئبقي مدرج بالدرجة المئوية من /−30،60/درجة، ومدرج بالفهرنهايت من/−20،140/ درجة فهرنهايت .

الماء: يستعمل ماء الشرب العادي لترطيب الوسط العازل بين جزأي الحافظة .فقد تمت عملية الترطيب يوميا" بواسطة مضخة يدوية تعمل على نثر الماء على شكل رذاذ على /الرمل،القطن/بحيث تصل المادة العازلة /رمل ،قطن/ إلى حدلاشباع وبالتالي فأن /1/لتر من الماء يكفي يوميا" لترطيب الرمل وأن 2/1لتر من الماء يكفي لترطيب القطن وان حجم الماء يجب أن لا يزيد عن حد الاشباع لآنه يؤثر على عملية التبخر ويختلف حجم الماء أيضا" تبعا" لدرجة الحرارة الخارجية وعملية التبخر فكلما كان التبخر أكبر كانت الحاجة للماء أكبر وكانت كفاءة التبريد أعلى.

المادة النباتية: تم استعمال ثمار البندورة الطازجة، وهي في طور النضج الكامل، وذات حجم متوسط وموحد، ومن مصدر حقلي واحد/مزرعة في طرطوس تحتوي بيوت بلاستيكية مزروعة بالبندورة/لكافة التجارب لمعرفة مدى كفاءة الثلاجة. حيث تم استخدام 2/1كغ من المادة النباتية لكل حافظة وبالتالي كانت الكمية الكلية المستخدمة بالتجارب هي 24كغ ، وقد تم وضع الثمار على منضدة خشبية وفي نفس الظروف الخارجية للحافظة.

النتائج والمناقشة:

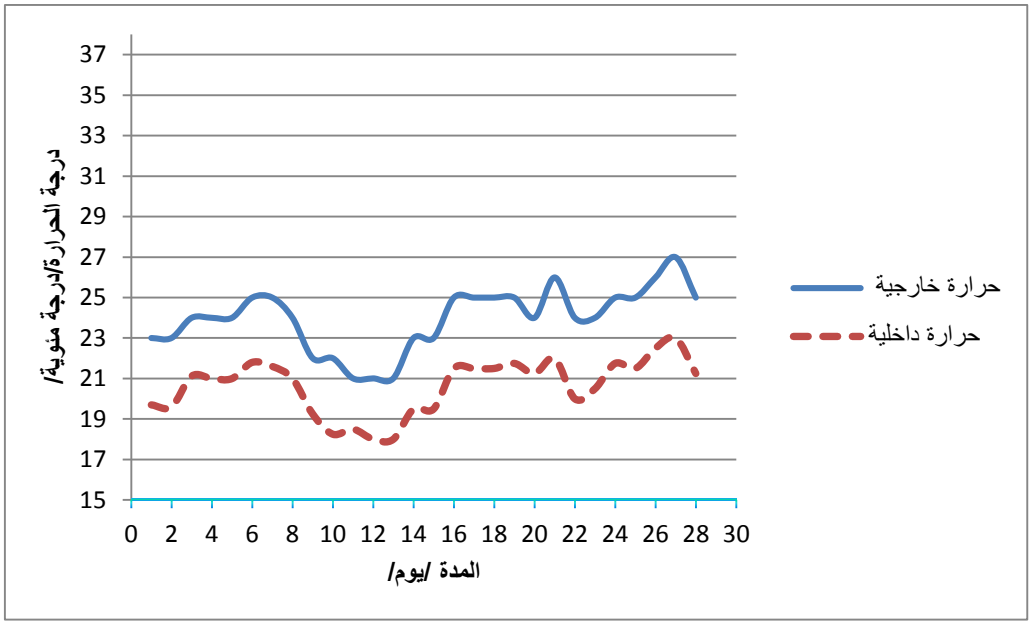
النتائج

تمت متابعة ومراقبة عملية الحفظ يوميا، وبمعدل مرة واحدة باليوم بالنسبة لعملية الترطيب، وبمعدل خمس مرات بالأسبوع بالنسبة لقراءات درجات الحرارة.

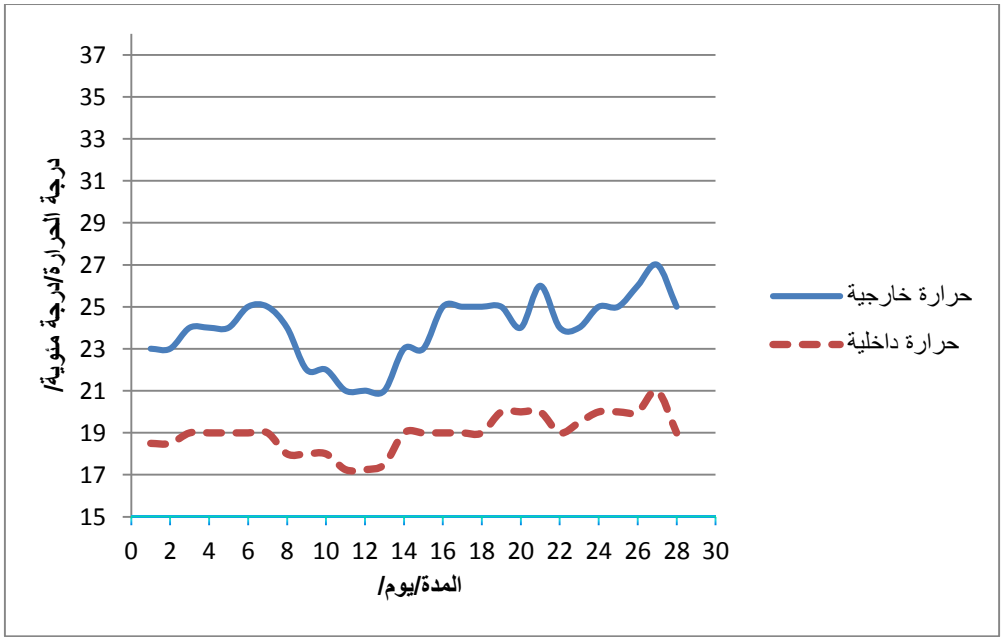
وتبين المخططات (1)، (2)، (3)، (4) متوسطات درجات الحرارة الداخلية للعينات والحرارة الخارجية للجو المحيط وحالة الشاهد والعينات على مدى أيام التجربة (27 يوم) وذلك للحافظة المصنوعة من(المعدن/رمل) والحافظة (الفخار /رمل) والحافظة(معدن/قطن) والحافظة(فخار/قطن) على التوالي.

الحرارة الخارجية:حرارة الجو الخارجي.

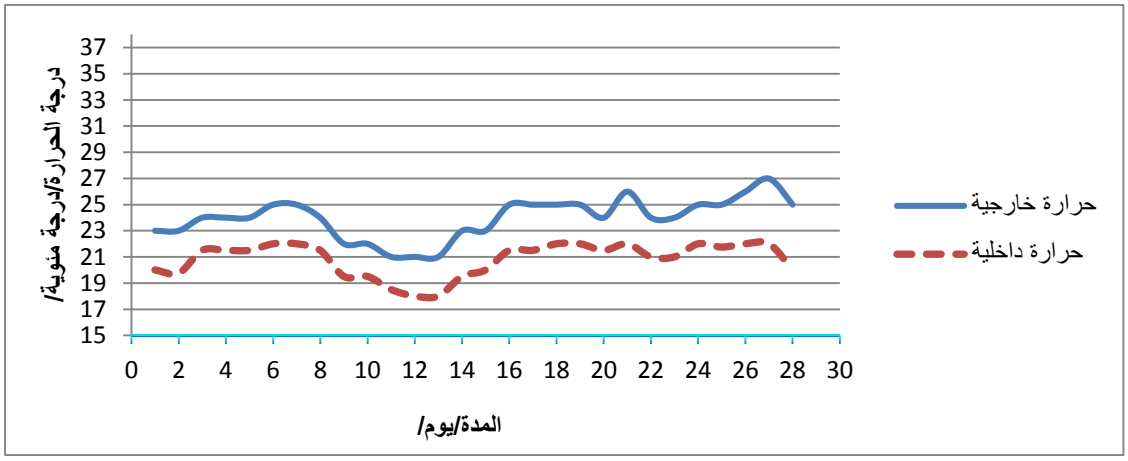
الحرارة الداخلية: حرارة الحافظة الحاوية على المادة النباتية.



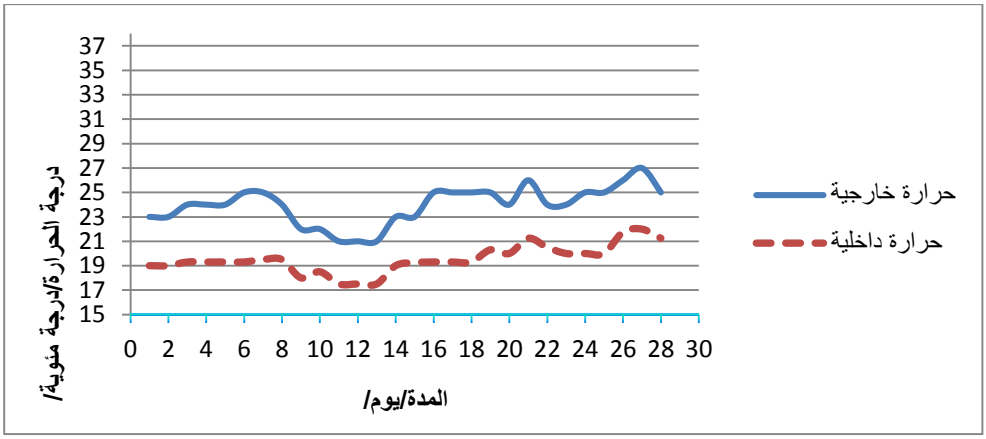
الشكل/1/ مخطط يوضح الفرق بين درجة الحرارة داخل وخارج الحافظة خلال شهر أيار
(الحافظة مصنوعة من المعدن والرمل)



الشكل/2/ مخطط يوضح الفرق بين درجة الحرارة داخل وخارج الحافظة خلال شهر أيار
(الحافظة مصنوعة من الفخار والرمل)



الشكل/3/ مخطط يوضح الفرق بين درجة الحرارة داخل وخارج الحافظة خلال شهر أيار (الحافظة مصنوعة من المعدن والقطن)



الشكل/4/ مخطط يوضح الفرق بين درجة الحرارة داخل وخارج الحافظة خلال شهر أيار (الحافظة مصنوعة من الفخار والقطن)

جدول رقم /1/ يبين مقارنة بين التجارب الأربعة باستخدام المتوسطات

الحرارة/درجة مئوية/	فخار + رمل	معدن + رمل	فخار + قطن	معدن+ قطن
فعليا	18.9	20.6	19.5	20.8
خارجيا	23.9	23.9	23.9	23.9

المناقشة:

من خلال المقارنة تبين نتائج التجارب، أن مدة حفظ ثمار البندورة في الظروف الطبيعية بحدود /10،12/يوم تعرضت بعدها للاهتراء والعفن اضافة الى الرائحة غير المقبولة، بينما ارتفعت مدة الحفظ باستخدام الحافظة بحدود /15،17/ يوم تقريبا، حيث لوحظ وجود اختلاف في درجة التلف للثمار عند فتح العينة الرابعة لكل تجربة، فقد كانت ثمار البندورة في تجربة الفخار سواء أكانت المقارنة تجربة الرمل أو القطن ذات تلف قليل، مقارنة بالتلف الناتج في تجربة المعدن سواء أكان للقطن أو الرمل، اذ لوحظ ظهور بقع داكنة اللون سوداء ضمن حافظة الفخار، بينما لوحظ ظهور تشققات وفطور واهتراء ضمن حافظة المعدن . كما لوحظ وجود فروقات في درجات التبريد بين تجربتي الفخار

والمعدن الجدول (1). حيث تميزت تجربة الفخار بقدرة أكثر من المعدن على التبريد، وأن درجة الحرارة انخفضت بحدود /4-6/ درجة مئوية، حسب درجة الحرارة الخارجية ورطوبة الجو ودرجة الترطيب. كما تبين إن نوعية الثمار المحفوظة خلال هذه المدة جيدة من حيث الرائحة والطعم والقساوة واللون.

الاستنتاجات والتوصيات:

لوحظ أن استعمال ثمار البندورة وهي في مرحلة النضج التكنولوجي، سيطيل مدة الحفظ لحوالي الشهر تقريبا"، كما أن إجراء هذه التجربة في المناطق الداخلية من سورية حيث درجات الحرارة المرتفعة والجو الجاف قليل الرطوبة، قد يزيد من كفاءة الثلاجة وبالتالي إطالة مدة الحفظ أكثر. وجد بالتجربة أن لدرجة حرارة الوسط المحيط دور هام في كفاءة عمل الثلاجة، فكلما كانت درجة حرارة الوسط المحيط مرتفعة كلما كان أداء الثلاجة أفضل من حيث التبخير السريع، وبالتالي إحداث فروق أكبر في درجات الحرارة بين الوسط الخارجي والداخلي، وبالتالي إطالة فترة حفظ المنتجات داخل الأوعية الفخارية أو المعدنية. وكلما كانت درجة حرارة الوسط المحيط منخفضة، كلما كان أداء الثلاجة غير جيد، لأن عملية التبخير للماء ستكون بحدودها الدنيا. كما تبين أن لدرجة الترطيب الدور الأهم في عملية التبريد لأن الماء هو الذي يسحب الحرارة، فإذا كانت عملية الترطيب للرمل أو للقطن كبيرة وزائدة عن الحد المطلوب، تتعطل عملية التبخر للماء، ولا يحدث سحب للحرارة بشكل مستمر، إلا مايقوم به الماء من سحب جزئي للحرارة ولفترة محدودة، أما إذا كانت درجة الترطيب قليلة ولم تتم بشكل كاف على كامل القطن أو الرمل، فإن عملية التبريد تتأثر بشكل كبير، لأن الماء يتبخر بدون إحداث أي عملية سحب للحرارة بشكل كاف من سطح المعدن أو سطح الفخار. لذلك يجب الترطيب بشكل مناسب دون زيادة أو نقصان، باستخدام بخاخ ماء على شكل رذاذ ناعم على كامل الوسط العازل، ويتم ذلك تقدير"ا وحسب الخبرة .

نوصي باستخدام مركبات الهيدروجيل والتي تكون على هيئة حبيبات صغيرة للخلط مع المادة العازلة، وعند إجراء عملية الترطيب تقوم بامتصاص كمية من الماء محتفظة به، حيث تقوم بإعطاء الماء المخزن ضمنها إلى الوسط العازل عند انخفاض رطوبته، مما يقلل من الحاجة اليومية للترطيب. تم إجراء الدراسة العملية التطبيقية لفكرة الثلاجة الشمسية بغية التأكد من كفاءتها في منطقتنا الساحلية. حيث كانت النتائج جيدة ومقبولة، وبغية إكسابنا التفكير العلمي والتعلم الذاتي عن طريق التطبيق اليدوي، وهذا سبب تنمية قدراتنا والتفكير في التجديد والابتكار. نأمل أن يتم الاستفادة من هذه المشاريع البسيطة وتحويلها إلى مشاريع ضخمة وذات قيمة في حياتنا، حيث أنها ستكون ذات فائدة وخاصة في المناطق الداخلية من سورية حيث درجات الحرارة المرتفعة والجو الجاف. ضرورة إجراء المزيد من التجارب لمعرفة مدى تأثير نوعية المواد المكونة للثلاجة، ونوعية الوسط العازل. على خفض درجة الحرارة وقدرته على حفظ المواد الغذائية والمنتجات الزراعية.

المراجع:

1. علي، علي أحمد. *تعبئة وتخزين الثمار*. منشورات كلية الزراعة، جامعة تشرين، 2010.

2. الدبس، محمد عواد. مشاريع الطاقة المتجددة. مهرجان ومعرض أعمال طلبة تكنولوجيا المعلومات، جامعة مؤتة، الأردن، 2013.

3. موسى. *بدائل الطاقة الكهربائية وانتاجها*، القرية الإلكترونية، 2011.

4. العطار، محمد. *التبريد بالتبخر*، مجلة المهندس العربي، 2012، العدد172.

5. U.Jakob, S. Saulich, "*Develeopment and Investigation of Solar Cooling Systems Based on Small-Scale Sorption Heat Pumps*", Eurosun 2008, Portugal

6. Sharma v.K., D. Marano, C.N. Anyanwu, G.I. Okonkwo, C.N. Ibeto and I.S. Eze, 2011, "*Solar cooling apotential option for energy saving and abatement of greenhouse gas emissions in Africa*", Singapore, J. SCI. Res. 1: 1-12

7. Martin Treberspurg, Mariam Djalili, BOKU Heimo Staller, "*New technical solutions for energy efficient buildings State of the Art ReportSolar heating & cooling*" . IFZ. 2011