



تحسين انتاجية المقطر الشمسي التقليدي احادي التاثير مزدوج الميل بواسطة تعديل بسيط في التصميم

وسام حميد عليوي

مدرس

مركز التدريب والمعامل - الجامعة التكنولوجية

Wissam_772005@yahoo.com

الخلاصة

البحث الحالي هو دراسة تجريبية لتحسين اداء المقطر الشمسي البسيط احادي التاثير مزدوج الميل وذلك عن طريق اجراء تغيير بسيط في التصميم للمقطر الشمسي التقليدي يوفر زيادة في عملية التكثيف بدون استخدام اي وسيلة مساعدة للتكثيف. انجز ذلك من خلال تكبير ابعاد المقطر نسبة لحوضه وهذا يوفر زيادة اضافية في مساحة سطح التكثيف فضلا عن امكانية ربط الواح عاكسة للاشعة الشمسية مع قاعدة المقطر تقوم بعكس جزء من الاشعة الشمسية الساقطة عليه والمساهمة في التسخين الاضافي لحوض التقطير. تم لهذا الغرض تصنيع مقطرين شمسيين، احدهما بالتصميم التقليدي والاخر بالتصميم المقترح. فحصت المقطرات الشمسية خلال الفترة الممتدة بين شهري شباط وتموز من عام 2009 وتحت الظروف المناخية المختلفة لمدينة البصرة (جنوب العراق). بينت النتائج التجريبية امكانية تحسين انتاجية المقطر الشمسي التقليدي مزدوج الميل بمقدار (18-24%).
الكلمات المفتاحية: انتاجية، المقطرات الشمسية، المقطر الشمسي التقليدي

Improving the productivity of single effect double slope solar still by simple modification

Wissam H. Alawee

Lecture

Center of truing- Univ. of tecnologia

ABSTRACT

The present paper is an experimental study to improve the productivity of the conventional solar still. This done by modifying conventional still in a way that the distilled basin is larger than distillation basin, thus providing an increase in the condensation surface and speeding up the condensation process. Moreover, increase in the dimensions of the distilled base helps coupling reflective panels to the distilled base to reflect incident solar radiation to the distillation basin. For this purpose , two solar stills were made, one conventional design and another made according to the proposed design. The two solar stills were tested during the period from February to July 2009 under varying weather conditions of Basra, Iraq (latitude of 33.33 and longitude of 44.43). Experimental results showed that the modified still gives about 18%-24% higher distillate than the conventional still for the same basin condition.

Keywords: Distilled water productivity; solar still; productivity; conventional solar still

1. المقدمة

من المعروف ان تحلية المياه المالحة باستخدام انظمة تعمل بالطاقة الشمسية ومنذ فترة طويلة تعتبر حل عملي لانتاج الماء الصالح للشرب وخاصة في المناطق النائية التي تعاني من شحة في المياه الصالحة للشرب بسبب ضعف البنية التحتية وعدم اتصال الكثير منها بالشبكة الرئيسية الوطنية للماء، بالمقابل ممكن لمنظومة تقطير صغيرة ان تكون حل عملي واقتصادي للطلب الحالي والمستقبلي للمياه الصالحة للشرب مع توفر موارد المياه وكمية اشعاع شمسي كبيرة في تلك المناطق النائية، لذلك يتعين بحث العوامل المؤثرة في انتاجية وكفاءة المقطرات الشمسية ومحاولة تحسينها وايجاد طرق تؤدي الى زيادة انتاجيتها.

قام العديد من الباحثين في شتى انحاء العالم بدراسات عديدة تهدف الى تحسين تكنولوجيا تحلية المياه بالطاقة الشمسية، من خلال تقييم تأثير بعض العوامل الهامة على اداء النظام مثل تاتير المناخ والظروف التشغيلية والموقع الجغرافي على انتاجية المياه [Akash and Naifeh, 2000][Al-Hinai, 2002]. نشرت نتائج جيدة من قبل بعض الباحثين في مجال تحسين أداء منظومات تحلية المياه بالطاقة الشمسية [Bochekima, 2003] [Joseph, 2005]. من الطرق المتبعة لتحقيق هذا الهدف هو زيادة عملية التكتيف باستخدام الاساليب المختلفة [Ahmed, 1988] [Abbas, 2005]. من المناطق التي تعاني من شحة المياه العذبة ومشكلة ارتفاع نسبة الملوحة في العراق وبالتحديد ناحية السبية التابعة لقضاء الفاو جنوب البصرة، لذلك أخذت هذه المنطقة كمثال واقعي لتشغيل وفحص أداء منظومة التقطير الشمسية المستخدمة في هذا البحث. خاصة اذا علمنا ان العراق بشكل عام ومحافظة البصرة بشكل خاص من مناطق العالم الغنية بالطاقة الشمسية وان اشعة الشمس متوفرة على مدار السنة ويحدود 3600 ساعة سنويا [Alawee, 2008].

هدف البحث الحالي هو دراسة لمنظومة تقطير شمسي مزدوجة الميل بعد اجراء تغيير في التصميم التقليدي بهدف الحصول على زيادة في انتاجية الماء المقطر، تم ذلك من خلال تكبير ابعاد المقطر نسبة لحوضه وهذا يوفر زيادة اضافية في مساحة سطح التكتيف فضلا عن امكانية ربط الواح عاكسة للاشعة الشمسية مع قاعدة المقطر تقوم بعكس جزء من الاشعة الشمسية الساقطة عليه والمساهمة في التسخين الاضافي لحوض التقطير

2. وصف المنظومة

اساس عمل المقطر الشمسي بسيط جدا، حوض التقطير يعمل كلوح ماص للطاقة الشمسية التي بدورها تقوم بتسخين المياه المالحة او القليلة الملوحة داخله وبالتالي فالماء فقط هو الذي يتبخر تاركا الملوثات والمعادن الصلبة الذائبة التي ليس لديها القدرة على ان تتبخر، بخار الماء يبدأ بلارتفاع نتيجة لخلق قوة دافعة (تيارات الحمل الحراري) بسبب اختلاف درجات الحرارة بين الماء والزجاج، بخار الماء عندما يكون في تماس مع السطح الزجاجي (سطح التكتيف) الابرد نسبيا فانه سوف يبدأ بالتكتيف في قطرات مختلفة الحجم من الماء المقطر، تحرك القطرات المتكثفة وبفعل الجاذبية على طول اللوح الزجاجي المائل. واخيرا يتم جمع الماء المتكثف من خلال قناة تجميع. من اجل موثوقية النتائج تم تصنيع اثنين من المقطرات الشمسية واختبارها بصورة متزامنة. الاول مقطر ماء شمسي شمسي بالتصميم المقترح (هدف الدراسة) ونرمز له بالرمز (A) تم تصنيعه بما يوفر مساحة سطحية اكبر لسطح التكتيف بالمقارنة مع مقطر شمسي اعتيادي له نفس مساحة حوض التقطير، تساهم زيادة مساحة سطح التكتيف بلاسراع من معدل التكتيف بما يوازي معدل التبخير، المقطر الثاني ونرمز له بالرمز (B) وهو مقطر ماء شمسي تقليدي له نفس المساحة السطحية لحوض التقطير للمقطر (A). الجدول رقم (1) يمثل مواصفات المقطرات الشمسية المصنعة.

جدول رقم 1: مواصفات المقطرات الشمسية المستخدمة في البحث

ت	المقطر A (المقترح)	المقطر B (التقليدي)
1	حوض التقطير مصنوع من صفائح من الحديد المغلون بسمك (1 mm) بمساحة (0.75 m ²) لحوض التقطير ومساحة مقدارها (1.375 m ²) لقاعدة المقطر الداخلية.	حوض التقطير مصنوع من صفائح من الحديد المغلون بسمك (1 mm) بمساحة (0.75 m ²) لحوض التقطير وبنفس مساحة قاعدة المقطر الداخلية ومقدارها (0.75 m ²).
2	غطاء من الزجاج الاعتيادي بسمك (4 mm) وبمساحة كلية مقدارها (1.8 m ²)	غطاء من الزجاج الاعتيادي بسمك (4 mm) وبمساحة كلية مقدارها (1m ²)
3	غُلِّفت قاعدة المقطر وجدارنه الداخلية بصفائح ورقية عاكسة من الالمنيوم لتقوم بعكس قسم من الاشعة الشمسية الساقطة والمساهمة في التسخين الاضافي لحوض المقطر.	قاعدة المقطر هي نفسها حوض التقطير، اي لا توجد مسافة بين حوض المقطر وقاعدته
4	ارتفاع الحافات الجانبية للمقطرات الشمسية تؤثر بنفس المقدار على كلا المقطرين	

لتركيز الطاقة الشمسية على حوض المقطر تم طلاء الطبقة السطحية لحوض التقطير بطلاء اسود داكن غير لامع من صنع شركة الاصبغ الحديثة العراقية، له امتصاصية مقدارها (0.96) وانبعائية مقدارها (0.81). استعملت الواح من الزجاج الاعتيادي بسمك (4mm) لتكوين سطح التكتيف وتم امانتها بزواوية مقدارها (20°) [Radwan, 2009]. تُبنت الألواح الزجاجية باحكام باستخدام شريط معدني وطبقة من السليكون المطاط لاسناد الألواح الزجاجية من الاعلى اما من الاسفل فقد تم تثبيت الألواح الزجاجية مع حافة الحوض ايضا باستخدام مادة السليكون المطاط لمنع تسرب البخار الى الخارج. للحفاظ على مستوى ثابت للماء داخل حوض المقطر وحسب العمق المطلوب استعملت طوافة من النوع الدقيق تم تصنيعها بصورة خاصة من اجل البحث. تم عزل جهاز التقطير بمادة الصوف الزجاجي بسمك (70 mm) من الاسفل ومن الجوانب. غلف جهاز التقطير بطبقة من الحديد المغلون بسمك (0.3 mm) وصندوق خشبي بسمك (10 mm) لغرض حفظ واحتواء المقطر والمادة والعازلة علاوة على اعتباره مادة عازلة اضافية. استخدم خزان رئيسي بسعة (40 L) لتجهيز الماء المالح. الشكل رقم (1) يمثل مخطط توضيحي للمقطرات الشمسية المستخدمة في البحث والاشكال (2) و (3) تمثل صور فوتوغرافية لهما. استخدمت لقياس درجات الحرارة للمقطرات الشمسية مزدوجات حرارية نوع (T) تم توصيلها من خلال مفتاح انتقائي (Selector switch) يحتوي على عشرون نقطة الى محرار رقمي (Digital thrmometer). درجة حرارة المحيط الخارجي تم قياسها بواسطة محرار زئبقي معزول عن عن الاشعة

الشمسية والمؤثرات الجوية وموضوع داخل صندوق خاص به وعلى ارتفاع متر واحد من سطح الارض. كمية الماء المتجمعة تم قياسها بواسطة وعاء سعته الكلية (2 liter) وقياس اصغر تدريج فيه هو (100 mm).

3. طريقة الفحص

تم اجراء عدد من التجارب العملية على المقطرات الشمسية تحت الظروف المناخية المختلفة لمدينة البصرة (خط طول 48.36 شرقا وخط عرض 30.34 شمالا). استخدمت عينات من الماء المالح لمنطقة (السيبة) التابعة لقضاء الفاو، جنوب البصرة. نفذت التجارب بشكل متزامن لكلا المقطرين (A) و (B)، كل تجربة تعاد اربع مرات لكل شهر من اشهر الاختبار وذلك للتأكد من موثوقية النتائج. التجارب التي تغيرت فيها اعماق المياه داخل حوض التقطير اجريت ايضا بصورة متوالي لضمان قدر الامكان ظروف عمل متشابهه لاجل المقارنه مع كل عمق من اعماق المياه المستخدمة في التجربة. تبدا جميع التجارب (بعد التأكد من نظافة الاغطية الزجاجية) من الساعة الثامنة صباحا بمعدل ثمان او عشر ساعات لكل اختبار وحسب الموسم للفترة الممتدة بين شهري شباط وتموز من عام 2009.

خلال جميع التجارب التي اجريت تم تسجيل المتغيرات التالية لكل ساعة: الانتاجية (كمية الماء المقطر)، معدل درجة حرارة الماء في حوض التقطير، درجة حرارة المياه التعويضية الداخلة الى حوض المقطر، درجة حرارة الغطاء الزجاجي، درجة حرارة المحيط الخارجي. كمية الاشعاع الشمسي فقد تم حسابها رياضيا باستخدام المعادلات المستخدمة من قبل الباحث [Hadi, 1984]. سرعة الرياح مؤثرة على كلا المقطرين بنفس المقدار لذلك لم يتم قياسها وكذلك لا يوجد ماء مستنزف من حوض المقطر.

4. النتائج والمناقشة

تم اجراء عدد من التجارب العملية لكلا المقطرين المستخدمين في البحث للفترة الممتدة بين شهري شباط وتموز من عام 2009، كانت جميع التجارب متشابهة تقريبا من حيث السلوك الحراري لذلك تم اختيار بعض التجارب ليتم تمثيلها ببيانها:

4.1 تأثير التصميم الحالي على انتاجية وكفاءة المقطر الشمسي

تم في البداية تثبيت عمق المياه داخل حوض المقطر عند (1 cm) واجراء التجارب بصورة متزامنة وتحت نفس الظروف المناخية لكلا المقطرين (A) و (B). من خلال جميع التجارب التي اجريت وجد ان التصميم الحالي يوفر مساحة اكبر لسقوط الاشعاع الشمسي من خلال الصفائح العاكسة التي تقوم بعكس الاشعاع الساقط على قاعدة المقطر وتؤدي الى زيادة تسخين المياه في حوض التقطير فضلا عن زيادة مساحة سطح التكتيف، مما له تأثير واضح في زيادة كمية الماء المنتج بالمقارنة مع المقطر الشمسي الاعتيادي وهذا بسبب ما يوفره التصميم الحالي من توازن بين زيادة معدل الماء المتبخر والمساحة السطحية الكافية لتكثف الماء.

الشكل رقم (4) يمثل الانتاجية الساعية من الماء المقطر لكلا المقطرين تحت شدة اشعاع شمسي مقداره (31.9 MJ/day) خلال ساعات الاختبار (من الثامنة صباحا الى الخامسة مساء)، نجد ان هناك زيادة في الانتاجية مقدارها (18%-24%) يحققها المقطر المعدل (A) بالمقارنة مع المقطر التقليدي (B) في جميع التجارب التي اجريت وهي بدون الانتاج اليومي.

يمثل الشكل رقم (5) معدل الانتاجية اليومية خلال النهار مع شدة الاشعاع الشمسي لاشهر مختلفة من السنة ومقارنة النتائج مع القطر (B) تحت نفس الظروف المناخية ومن خلاله نلاحظ الزيادة الواضحة في الانتاجية وللاسباب المذكوره اعلاه. الشكل رقم (6) يمثل مقارنة المقطرين من حيث الكفاءة الساعية خلال فترة الاختبار، اما الشكل رقم (7) فيوضح تغيير الكفاءة اليومية مع شدة الاشعاع الشمسي خلال الاشهر المختلفة من السنة، حيث وجد ان كفاءة المقطر (A) الساعية واليومية تزداد بصورة ملحوظة في جميع الاختبارات التي اجريت وهذه بسبب زيادة كمية الماء المنتج لنفس كمية الاشعاع الشمسي التي يتعرض لها المقطرين، اذ ان التسخين الاضافي الناتج من الاشعة المنعكسة من قاعدة المقطر ساهم بشكل كبير في تحسين الاداء، وهذا ايضا ما يوضحه الشكل رقم (8) الذي يمثل تأثير اضافة الصفائح العاكسة الى قاعدة المقطر على الانتاجية، وجد ان هناك زيادة في الانتاجية مقدارها تقريبا (14%) في حالة اضافة الصفائح العاكسة الى قاعدة حوض المقطر.

4.2 فحص المقطر باعماق مياه مختلفة وتأثير العمق على انتاجية وكفاءة المقطر

من اجل التحقق من فعالية التصميم الحالي (A) تم في هذا الجزء من التجارب فحص اربع اعماق مختلفة للمياه داخل حوض التقطير وهي (5 mm, 10 mm, 2mm, 3mm) لاربعة ايام متوالية. تسجل لكل عمق قرأتين، الاولى للمقطر (A) والثانية للمقطر (B). بينت النتائج ان هناك افضلية في الانتاجية يحققها المقطر (A) في كل اعماق المياه المستخدمة في البحث وبنسبة تتراوح (18%-24%)، كذلك بينت النتائج بان عمق المياه داخل حوض التقطير له تأثير كبير على الانتاجية حيث ان الانتاجية تزداد كلما قل عمق المياه داخل حوض التقطير بشكل طردي مع زيادة معدل التبخير. الاشكال رقم (9) و (10) تمثل النتائج التي تم الحصول عليها خلال ساعات النهار (بدون الانتاج الليلي) لكلا المقطرين، اذ اعطى استخدام العمق الاقل للماء (5 mm) زيادة في الانتاجية مقدارها (10%) بالمقارنه بالمقارنة مع العمق (10 mm) واعطى نسبة زيادة مقدارها (17%) بالمقارنة مع العمق (2 mm) و ايضا اعطى زيادة مقدارها (19%) بالمقارنة مع العمق (3 cm). هذه الزيادة هي بسبب زيادة معدلات انتقال الحرارة كلما قل سمك الماء داخل حوض التقطير وبالتالي زيادة معدل التبخير ومن جهة اخرى توفر المساحة الكافية للتكثيف الذي يعطيه التصميم الحالي للمقطر. الاشكال رقم (11) و (12) توضح تغيير الكفاءة الساعية لكلا المقطرين لاعمق مختلفة من المياه داخل حوض التقطير. يتم حساب الكفاءة اليومية من العلاقة التالية: $\eta_h = (P \cdot L_h) / I_T$ ونلاحظ من خلالها كيفية زيادة الكفاءة مع نقصان عمق المياه داخل حوض التقطير. كفاءة المقطر (A) هي (15%-57%) بينما كانت كفاءة المقطر (B) هي (-14% 51%) لنفس العمق (0.5 cm).

4.3 تأثير التصميم الحالي على فرق درجات الحرارة (Tw-Tg)

النتائج التي ذكرت في الفقرات السابقة بينت حصول زيادة في الانتاجية يحققها المعدل (المقطر A) الذي يسهل من اضافة الواح عاكسة تساعد في زيادة درجة حرارة الماء في حوض التقطير. الشكل رقم (13) يمثل فرق درجات الحرارة بين الماء في حوض التقطير والغطاء الزجاجي (Tw-Tg)، حيث تم الحصول على (10 °C) فرق في درجات بالنسبة للمقطر (A) وعلى (4 °C) بالنسبة للمقطر (B). ان زيادة فرق درجات الحرارة بين الماء في حوض التقطير والغطاء الزجاجي (Tw-Tg) هو بسبب التأثير الكبير للسطوح العاكسة المضافة الى قاعدة المقطر والتي ساهمت في التسخين الاضافي لحوض التقطير. في جميع التجارب التي اجريت كانت قياسات درجات الحرارة متشابهة من حيث السلوك الحراري لكنها مختلفة في القيم حسب نوع التجارب



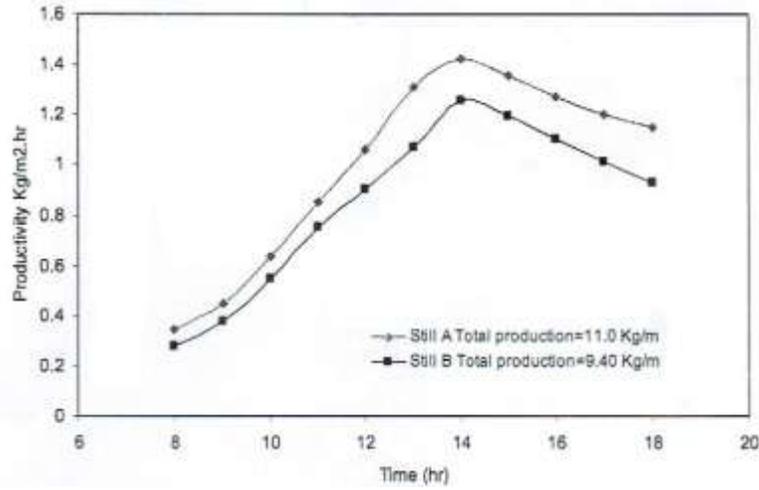
والظروف التشغيلية، الشكل رقم (14) يمثل نتائج قياسات درجات الحرارة (درجة حرارة الماء، درجة حرارة الغطاء الزجاجي، درجة حرارة الهواء الخارجي) لعينة اخرى مختارة من الاختبارات.

5. الاستنتاجات

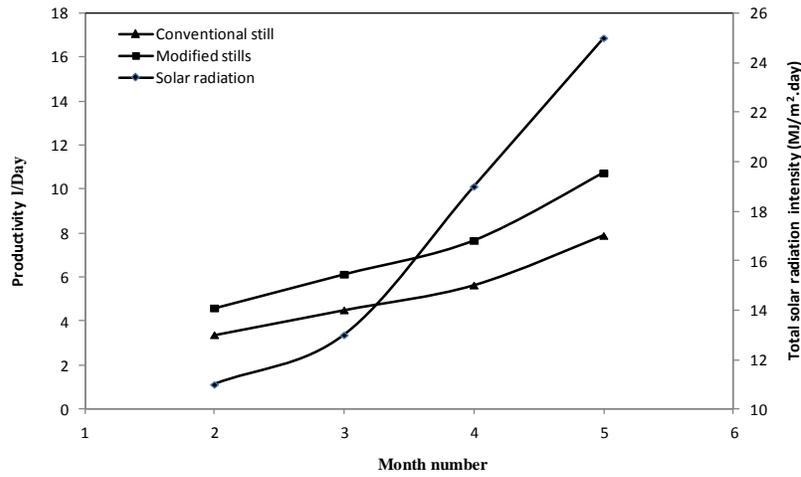
1. بينت النتائج العملية امكانية تحسين انتاجية المقطر الشمسي الاعتيادي باستخدام اسلوب مبسط يتضمن زيادة حجم المقطر نسبة لحوضه وهذا زيادة واضحة في مساحة التكثيف وكذلك التسخين الاضافي للماء داخل حوض التقطير باستخدام صفائح عاكسة.
2. ان اضافة الصفائح العاكسة للاشعاع الشمسي تساهم في التسخين الاضافي لحوض المقطر وبالتالي تؤدي الى زيادة فرق درجات الحرارة بين الماء والغطاء الزجاجي مما يزيد من معدل التكثيف.
3. ممكن زيادة الانتاجية من خلال تقليل اعماق المياه داخل حوض التقطير، اذ اعطى العمق الاقل للماء (0.5 cm) زيادة في الانتاجية مقدارها (10%) بالمقارنة مع العمق (1 cm) واعطى نسبة زيادة مقدارها (17%) بالمقارنة مع العمق (2 cm) و ايضا اعطى زيادة مقدارها (19%) بالمقارنة مع العمق (3 cm) وبلا مكان زيادة هذه النسب خلال فترة غياب الاشعاع الشمسي نتيجة لارتفاع درجة حرارة طبقة المياه داخل حوض المقطر
4. ان الموقع الجغرافي لاجراء التجارب والمتمثل بمدينة البصرة () له اثار ايجابية كبيرة على الانتاجية نظرا لما يتمتع به من شدة اشعاع شمسي عالي على مدار السنة.

المصادر

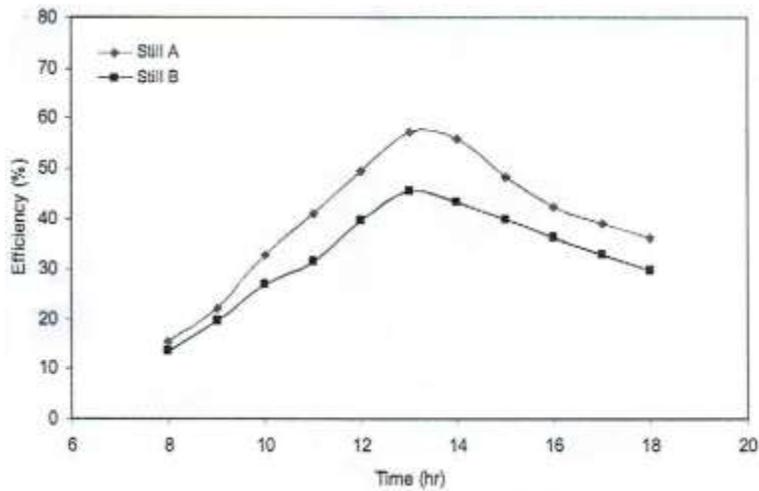
- Khalifa, A. H., 1984, Water distillation using a cooling tower and a flat plate solar collector, M.Sc Thesis, University of technology, Baghdad, Iraq.
- Wisam H. A., 2008 “A simple Design Solar Water Heater” Al-Taqani Journal, 21, 27-38
- AL-Hinai H., AL-Nassiri M.S., and Jubran B.A., Parametric investigation of a double effect solar still in comparison with a single-effect solar still, Desalination, Vol.150, 2002, 75-83
- Akash B., Naifeh W., and Mohsen M., 2000, Energy Conversion and Mgmt, Vol.41, 883
- Bchiar Bouchekima, 2003, A small solar desalination plant for the production of drinkable water in remote arid areas of southern Algeria, Desalination, Vol. 159, 197-204.
- Joseph, I. and Saravanan, S., 2005, Study of single solar distillation system for domestic application, Desalination, Vol. 173, , 77-82
- Abbas K. I., 2005, Solar water distillation using a combind solar water heater distillater, M.Sc Thesis, University of technology, Baghdad, Iraq.
- Radwan, S. M., Hassanain, A.A., 2009, Single slope solar still for sea water distillation.” World applied science Journal, 7(4), 485-497.
- Ahmed S. T. , 1988, Study of single-effect solar still with an internal condenser, Solar and wind tech. vol 5 no.6 pp. 637-643,



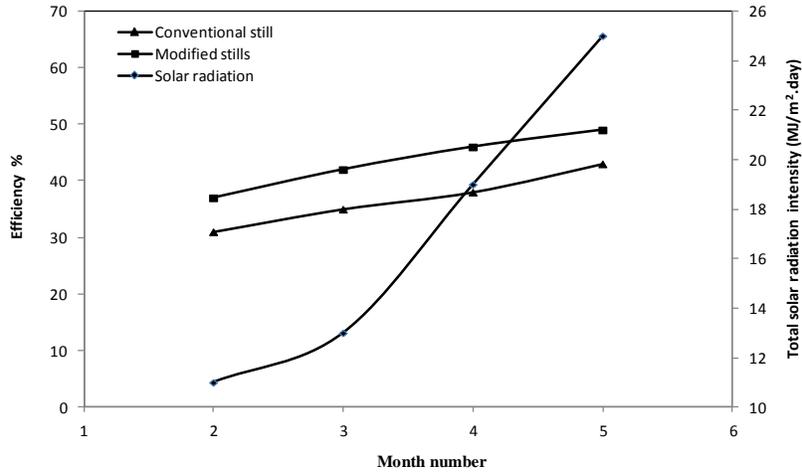
الشكل (4): تغير الانتاجية اليومية مع ساعات النهار لكلا المقطرين لعمق (1 cm)



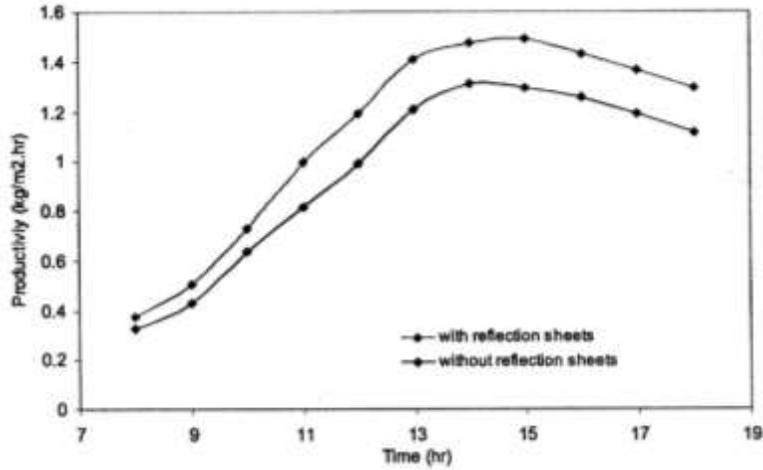
الشكل (5) : تغير الانتاجية اليومية مع شدة الاشعاع الشمسي لاشهر مختلفة من السنة



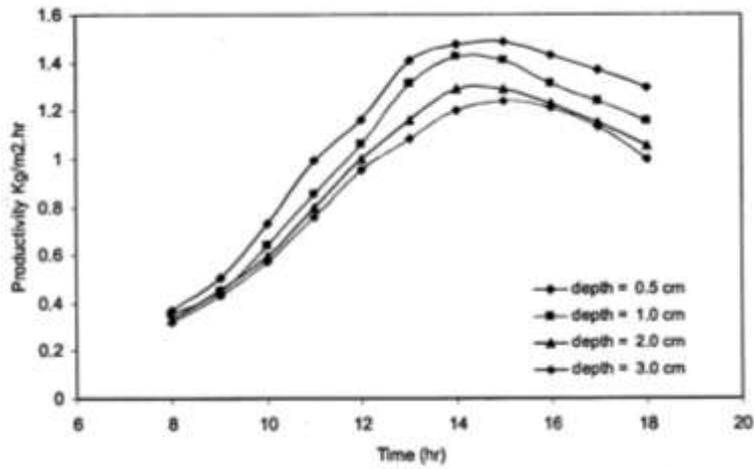
الشكل (6) : تغير الكفاءة الساعية مع ساعات النهار لكلا المقطرين لعمق (1cm)



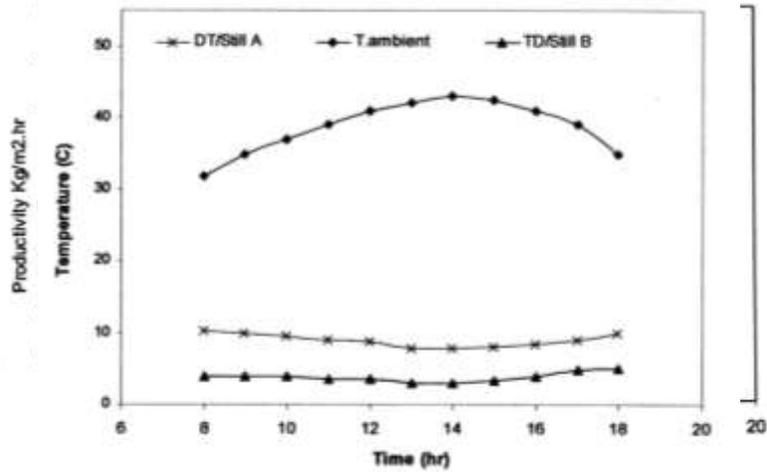
الشكل (7): تغير الكفاءة اليومية مع الاشعاع الشمسي لكلا المقطري لاشهر مختلفة من السنة



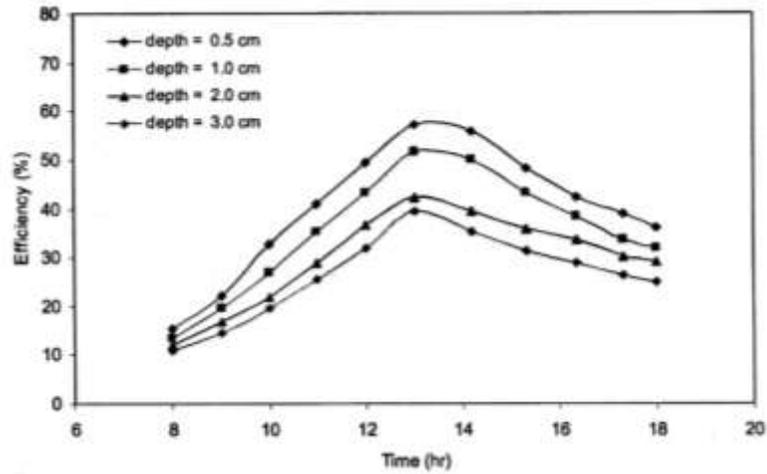
الشكل (8): تأثير اضافة صفائح عاكسة للاشعاع الشمسي على الانتاجية الساعية



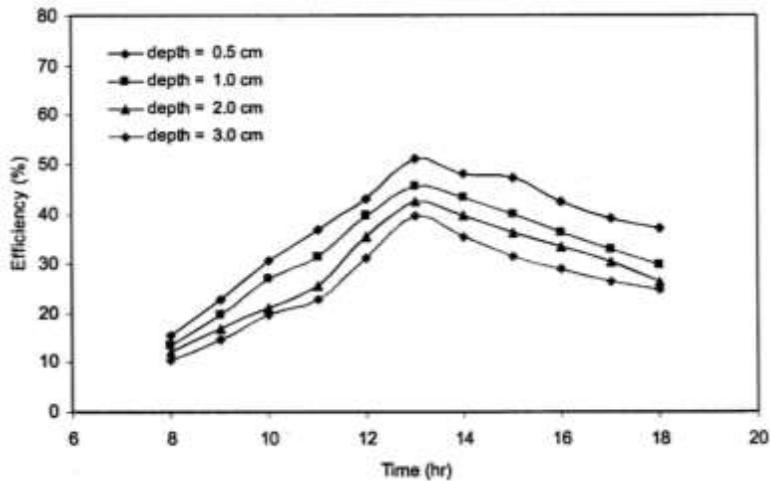
الشكل (9): تغير الانتاجية مع ساعات النهار لاعماق مختلفة من المياه للمقطر (A)



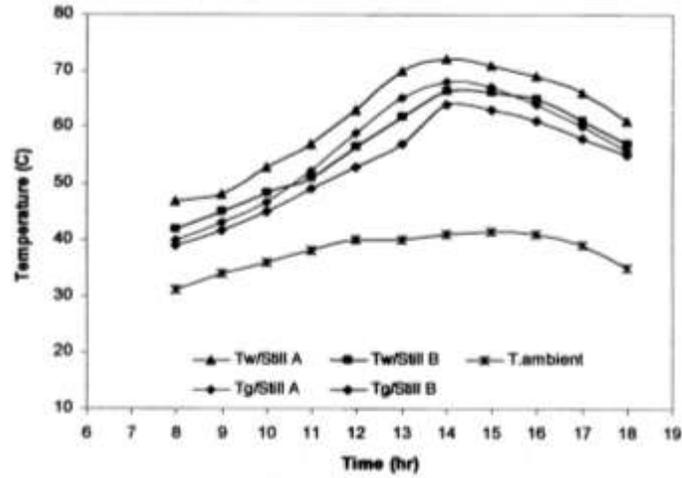
الشكل (10): تغير الانتاجية مع ساعات النهار لاعمق مختلفة من المياه للمقتر (B)



الشكل (11): تغير الكفاءة مع ساعات النهار لاعمق مختلفة من المياه للمقتر (A)



الشكل (12): تغير الكفاءة مع ساعات النهار لاعمق مختلفة من المياه للمقتر (B)



الشكل (13): يمثل تغير درجات الحرارة للماء المقطر والغطاء الزجاجي والهواء الخارجي مع الزمن لكلا المقطرين لعمق (1 cm)