TJES
ISSN: 1813-162X
مجلة تكريت للعلوم الهندسية
متاحة على الموقع الالكتروني: http://www.tj-es.com

دراسة تجريبية لتأثير عمق الماء على انتقال الكتلة لمقطر شمسي سلبي بإضافة محاليل كيمياوية

فياض محمد عبد[1] ، دلف شاكر محمود[2]
[1]قسم الهندسة الميكانيكية، جامعة تكريت، صلاح الدين، العراق
fayadh_mohamed@yahoo.com
[2]قسم الهندسة الميكانيكية، جامعة تكريت، صلاح الدين، العراق
dalafshakir1986@gmail.com

(Received 08 December 2015, Accepted 24 January2016, Available online 30 June 2017)

الخلاصة

اجريت دراسة عملية على مقطر شمسي سلبي في مدينة تكريت التي تقع عند (خط عرض 36°34 شمالا، خط طول 43°45 شرقا) والغرض منها لرفع كفاءة وانتاجية المقطر الشمسي. تم تصميم مقطر شمسي احادي الميل واضيف له لوح عاكس ومركز شمسي. تمت الاختبارات العملية بمعدل كل نصف ساعة في الفترة من بداية شهر شباط الى بداية شهر حزيران. وتتضمن الدراسة على المقطر الشمسي تأثير وجود المركزات وعدم وجودها، وتمت ايضا دراسة تأثير اضافة الفحم والمحاليل الكيمياوية كمحلول الثايمول (Thymol) والبروموفينول (Bromophenol) الازرقين لبيان تأثير تلك الاضافات على الانتاجية والكفاءة للمقطر، كما اجريت دراسة لبيان تأثير عمق الماء على انتاجية المقطر بأخذ اربع اعماق للماء داخل الحوض هي (2،1.5،1،0.5) سم. الاختبارات كانت بظروف جوية متقاربة، ومن نتائج الدراسة، أن المقطر المضاف له مركزات تتحسن انتاجيته بمقدار 46% وكفاءته تزداد 43% مع عدم استخدام المركزات، وباستخدام الفحم تزداد الكفاءة بنسبة 36% والانتاجية تتحسن بحدود 38%، وبإضافة محلول الثايمول الازرق تزداد الكفاءة بوجوده بمقدار19% والانتاجية بمقدار 16%، وكذلك باستخدام محلول البروموفينول فتكون هناك زيادة بالإنتاجية بنسبة 23% وتحسن للكفاءة بمقدار 25%، عند المقارنة بين الاضافات وجد ان افضلها هو الفحم. من خلال دراسة عمق الماء تبين ان الانتاجية والكفاءة تزداد بتقليل عمق الماء في حوض المقطر.

الكلمات الدالة: المقطر الشمسي، المركزات، المحاليل الكيمياوية.

Experimental Study of the Effect for Water Depth on the Mass Transfer of Passive Solar Still Chemical Solutions

Abstract

An experimental study on a passive solar distiller in the Tikrit city on (latitude line"34 36o north, longitude line "45 43o east), and purpose of that study to raise the efficiency and productivity of the solar distiller. And then design the monoclinic solar distiller and add reflector plate and a solar concentrate. The Practical tests were conducted at a rate of every half-hour from the beginning of February to the beginning of the month of June. The study began by comparing the solar distiller that contain the concentrates and without contain it. Then study the influence of adding coal and chemical solutions, like blue Thymol solution and blue bromophenol solution to see the additions effect on the productivity and efficiency of distiller, and also The study was conducted to see the effect of the water depth on the productivity of distiller with take four water depths within the basin are (2,1.5,1,0.5) cm of water. The tests were conducted in weather conditions close. and the results of the study, That distilled added his concentrates improved its productivity by 46% and efficiency increases 43% with non-use of concentrates, and coal increased efficiency by 36% and productivity improved up to 38%, the addition of blue Thymol solution increases the efficiency by 19% and productivity by 16%, as well as bromophenol solution increase productivity by 23% and improve efficiency by 25%, when comparing the additions found that the best one is coal. Through the study of the depth of the water show that increases productivity and efficiency by reducing the depth of the water in the basin distiller.

Keyword: Solar still, Concentrates, Chemical solution

الرموز المستخدمة

P: إنتاجية المقطر الشمسي (Kg/m^2).
I: الاشعاع الشمسي (w/m^2)
α_g: امتصاصية الغطاء الشفاف للإشعاع (-)
α_w: امتصاصية الماء للأشعة الشمسية (-).
C_{gs}: السعة الحرارية للغطاء الشفاف($KJ/m^2.\ ^oC$).
C_{wb}: السعة الحرارية لكل من الماء ومحتوياته ($KJ/m^2.\ ^oC$)
Q_b: الفيض الحراري المنتقل من القاعدة (w/m^2)
Q_{rw}: طاقة الاشعاع (w/m^2)
Q_{cw}: طاقة الحمل (w/m^2)
Q_{ew}: طاقة التبخير
Q_{ca}:الطاقة المفقودة بالحمل والاشعاع للغطاء الزجاجي(w/m^2)
h_{rw}: معامل انتقال الحرارة بالإشعاع ($w/m^2.K$)
h_{cw}: معامل انتقال الحرارة بالحمل ($w/m^2.K$)
h_{ew}: معامل انتقال حرارة التبخير ($w/m^2.K$)
h_{ca}: معامل انتقال الحرارة بالحمل من الغطاء ($w/m^2.K$)
P_g: الضغط الجزئي عند معدل درجة حرارة الزجاج (N/m^2)
P_w: الضغط الجزئي عند درجة حرارة ماء القاعدة (نيوتن/م^2)
T_w: درجة حرارة ماء القاعدة (كلفن)
T_g: درجة حرارة الزجاج (كلفن)
T_a: درجة حرارة الهواء الخارجي (كلفن)
ε_w: نفاذية ماء قاعدة المقطر (-)
ε_g: نفاذية الغطاء الزجاجي (-)
V: سرعة الهواء الخارجي (m/s)
H_{fg}: الحرارة الكامنة للتبخير (KJ/Kg)
σ: ثابت ستيفن بولتزمان وقيمته:
$5.67\times 10^{-8}\ w/m^2k^4$
ζ_h: الكفاءة الساعية (-)
A: مساحة المقطر الشمسي (m^2)

المقدمة

الماء هو اساس الحياة وعنصرها الفعال فلا حياة بدون ماء ان المياه تغطي حوالي 71% من الكرة الارضية ولكن على الرغم من نسبة المياه الكبيرة الموجودة في كوكبنا الا ان حوالي 98% منها هي مياه مالحة و 2% منها هي مياه عذبة وهذه المياه العذبة حوالي 1.6منها هي مياه متجمدة في قطبي الكرة الارضية الشمالي والجنوبي والباقي هي مياه الانهار والعيون والابار العذبة. وعلى الرغم من التقدم التكنلوجي الهائل والنهوض العلمي الحاصل الا ان هناك ما يقارب المليار شخص او ما يقارب 14.7%من سكان الارض لايزالون لا يستطيعون الحصول على المياه الصالحة للشرب لكون مصادر المياه العذبة والصالحة للشرب غالبا ما تكون بعيدة المنال[1].

يتجه العالم اليوم الى استغلال الطاقة المتجددة في كافة المجالات الصناعية ومنها الاستفادة من الطاقة الشمسية في تحلية المياه، ان التقطير الشمسي هو احد طرائق استخدام الطاقة الشمسية بشكل مباشر لغرض تقطير المياه حيث يستخدم جهاز بسيط يسمى المقطر الشمسي الذي يشبه في الية عمله عملية تبخير المياه الموجودة على سطح الارض التي تتبخر ثم تتكثف مشكلة الغيوم ثم تسقط على شكل قطرات من ماء مقطر هو ماء المطر. ان الهدف من هذا البحث هو دراسة اداء المقطر الشمسي من خلال تصميم وتصنيع مقطر شمسي يضاف له لوح عاكس ومركز شمسي وكذلك اضافة مكعبات من الفحم ومحاليل كيمياوية مثل الثايمول والبروموفينول التي تضاف لتحسن اداء المقطر، وكذلك دراسة تأثير المؤثرات التشغيلية والتصميمية والجوية على المقطر الشمسي.

لقد ازدادت في العقدين الأخيرين البحوث في تصميم ودراسة أنواع جديدة من المقطرات الشمسية لتحسين كفاءتها وزيادة الانتاجية تضمنت اشكال مختلفة من المقطرات الشمسية وكذلك اضافات مختلفة تعمل على زيادة الانتاجية وتحسين الكفاءة ففي عام 1960 قام الباحث (Glof) بدراسة لتحسين أداء المقطرات الشمسية البسيطة وذلك بمعاملة الغطاء الزجاجي الشفاف بمواد كيمياوية مثل (سليكات الصوديوم أو حامض الهيدروكلوريك) لجعل الماء أقل تلاصقا بالزجاج فيسهل انحداره الى مجرى تجميع الماء المقطر، فتزداد كمية الطاقة الشمسية الداخلة الى حوض المقطر مقارنة مع غطاء ينساب عليه طبقة من الماء المقطر المتكثف ببطئ، وزادت الإنتاجية بتقليل الفقد الحراري بين سطح الماء المالح والغطاء الشفاف بتغطية سطح الماء في الحوض بطبقة رقيقة من سائل ذي نفاذية جيدة لكل من الأشعة الشمسية وبخار الماء المتولد من سطح الماء المالح ولكن ذا أنبعاثية قليلة للأشعة الحرارية بين الماء والغطاء الشفاف [2] .

وفي عام 1994 وفي جامعة برونيل في مدينة اوكسبردج في بريطانيا قدم الباحثان (Mahdi and Smith) تصميم مقطر شمسي من نوع (V) ذي الفتائل باستخدام العاكسات الشمسية المركزة [3]. تمت الدراسة في فصلي الصيف والشتاء وكانت الانتاجية اكبر من المقطر الاعتيادي ولبيان تأثير العاكس استنتج الباحثان ان انتاجية المقطر في فصل الصيف بدون العاكس تكون اكبر من انتاجيته بوجود العاكس والحالة معكوسة في فصل الشتاء حيث ان الانتاجية تزيد بوجود العاكس اكثر منها في حال عدم وجوده.

اما في عام 2006 في مدينة نيودلهي الهندية درس الباحثان (Tiwari and Tiwari) تأثير عمق الماء على الحرارة والكتلة المنتقلتين في مقطر شمسي سلبي في فصل الصيف. حيث اخذت زاوية الغطاء الشفاف °30 وتم اخذ القراءات لمدة 24 ساعة لخمسة ايام مختلفة ولخمسة اعماق مختلفة للماء في حوض المقطر تبدأ بعمق 0.4 متر وتنتهي بعمق 0.18 متر وقد وجد ان انتاجية المقطر الشمسي تقل بازدياد عمق الماء في حوض المقطر [4].

وفي عام 2007 في جامعة البلقاء التطبيقية في عمان، الاردن اجرى الباحث (Badran) دراسة تجريبية لتحسين المعاملات لزيادة انتاج مقطر شمسي ذي ميل مفرد[5]، حيث اجريت الدراسة على معاملات تشغيلية مختلفة مثل طلاء بطانة الحوض بالأسفلت او طلائها بالرش وتغيير عمق الماء .وجدت هذه الدراسة ان الانتاجية

تزداد بمقدار51% عند طلاء البطانة بالأسفلت وتزداد الانتاجية بتقليل عمق الماء في المقطر وكذلك بين تأثير الظروف الخارجية ففي الليل تكون الانتاجية حوالي 16% من الانتاج اليومي بغياب الاشعة الشمسية بسبب الفرق بين درجات الحرارة للماء والغطاء الخارجي.

وفي العام نفسه في مدينة تاميل نادو الهندية قدم(Kalidasa) وآخرون دراسة عن تحسين فعالية المقطر الشمسي المفرد الميل استخدم في هذه الدراسة مواد مختلفة في حوض الماء لتحسين انتاجية المقطر الشمسي عن طريق استيعاب الاشعاع والحرارة وتعزيز معدل التبخر ووجد ان المطاط هو افضل المواد للحوض الماص لتحسين الانتاج لخزنه واثره في التبخر ودرس ايضا تاثير تغير عمق الماء في الحوض [6] .

وأيضاً في العام نفسه في مدينة نيودلهي الهندية قدم الباحثان (Tiwari and Tiwari) دراسة تجريبية لبيان تأثير عمق الماء على اداء المقطر الشمسي السلبي احادي الميل [7]. التجارب بدأت من شهر حزيران 2004 والى شهر ايار 2005 وتم اخذ اعماق ماء مختلفة الى عمق 0.1 متر حيث عنده تثبت الانتاجية تقريبا . وقد تم بناء انموذج رياضي للتنبؤ بالمعاملات المختلفة بأعماق مختلفة وعند مقارنة النتائج النظرية مع النتائج التجريبية يتبين ان هناك توافق بينهما. وفي نهاية الدراسة قد وجد ان زيادة عمق الماء يقلل من انتاجية المقطر.

اما في عام 2008 وفي مدينة الاسكندرية المصرية قام الباحث (Kabeel) بدراسة اداء مقطر شمسي ذو فتيلة تبخير على سطح حوض مقعر مع اغطية شفافة اربعة تشكل هرم فوق الحوض المقعر لزيادة دخول الاشعة الشمسية اليه. وكان متوسط انتاجيته 4 لتر\متر^2 وكانت كفاءة النظام 38% [8] .

وفي العام نفسه في مدينة بيهار الهندية قدم الباحثون (Kumara) وآخرون دراسة بتحليل اداء مقطر شمسي من نوع ((V واستخدموا فحم ماص ومرآة[9]. وتم حساب الكفاءة لأربع حالات مختلفة حيث وجدت الكفاءة الكلية 47% بدون وجود الفحم و30% مع الفحم. ووجدت الكفاءة 11% بوجود المرآة و14% بوجود المرآة والفحم .

اما في عام 2010 وفي جامعة النهرين في بغداد اجرى الباحثان (Khalifa an Ibrahim)، دراسة تجريبية عن تأثير الميل للعاكس على مقطر شمسي بسيط ذو عاكس بزوايا مختلفة[10]. اجريت التجارب على عاكس يميل بزوايا (0,10,20,30)°عن الشاقول والغطاء الشفاف للمقطر يميل بـزوايا (20 و 30و40)° في فصل الشتاء عند خط عرض 33.3 شمالا. وجد ان الانتاجية تزيد بزيادة زاوية الغطاء عند اي زاوية عاكس، وان انتاجية المقطر اليومية هي نفسها عند اي زاوية للغطاء، وتنخفض فائدة العاكس الرأسي الخارجي عندما تتجاوز زاوية الغطاء ال 40° في فصل الشتاء ، وان افضل انتاجية للمقطر الشمسي هي عندما يكون الغطاء بزاوية 20° والعاكس بزاوية 20°عن الشاقول حيث انها تزيد بـ 2.45 عن المقطر الشمسي الذي لا يحتوي على عاكس.

وفي عام2011 في مدينة مهراشترا الهندية قدم الباحثان (Walke and Teltumbade) دراسة تجريبية على مقطر شمسي احادي الميل وباستخدام مواد مختلفة ماصة للإشعاع في الحوض الداخلي[11]، حيث استخدما حصيرة من المطاط وكذلك الحبر الاسود والاسفنج وتبين ان المطاط اكثرها فاعلية في زيادة الانتاج يليه الحبر الاسود ثم الاسفنج. كما بينا من خلال دراستهما تأثير الحرارة الداخلية على الانتاج ووجدا بزيادة الحرارة الداخلية يزداد الانتاج.

من خلال مراجعة البحوث السابقة وما قدمته تلك البحوث تكمن اهمية البحث الحالي بدراسة مقطر شمسي احادي الميل يضاف اليه لوح مغطى بطبقة عاكسة من صفائح الألمونيوم وصحن مقعر مغطى بقطع من المرايا، تكون وظيفتهما ايصال اكبر كمية ممكنة من الاشعاع الشمسي الى السطح الماص. ايضاً تم اضافة مكعبات من الفحم مع الماء تعمل على زيادة امتصاص الاشعاع الشمسي، وكذلك اضيفت مواد كيمياوية معزولة عن الماء، كما وتم اخذ اعماق مختلفة للماء لحالة المقطر بوجود المركزات فقط وكذلك بوجود الفحم لبيان تأثير عمق الماء على اداء المقطر الشمسي.

الجانب النظري

لأجراء الحسابات التصميمية النظرية للمقطر الشمسي لابد من تحديد كل المتغيرات ان كانت جوية او تشغيلية او تصميمية وكل هذه المتغيرات مرتبطة بكمية الاشعاع الشمسي الساقط على حوض المقطر. حيث يسقط الاشعاع الشمسي الذي ينفذ عبر الغطاء الزجاجي وصولا الى قاعدة المقطر بعد يعكس ويمتص جزءاً من الاشعاع من قبل الغطاء الزجاجي والجزء الاخر ينفذ الى قاعدة المقطر الشمسي وان الكمية الاكبر من الطاقة الشمسية الساقطة على قاعدة المقطر سوف يمتصها الماء المالح وترتفع درجة حرارته تدريجيا، وجزء قليل منها يفقد الى الخارج من قاعدة وجوانب الحوض. عند اهمال الطاقة الشمسية المنعكسة من قطرات الماء المقطر المنزلق من اسفل الغطاء الزجاجي وعند عمل موازنة للطاقة عبر الغطاء الزجاجي الشفاف [12]:

$$\propto g\ .I + Qrw + Qcw + Qew = Qca + Cgs\frac{dTg}{dt} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

وعند عمل موازنة لمختلف الطاقات للقاعدة والماء المالح الذي يحتويه نجد:

$$\propto w\ (\tau\ g\ .I) = Qb + Qrw + Qcw + Qew + Cwb\frac{dTw}{dt} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$

ولعمل موازنة كاملة للمقطر الشمسي البسيط كوحدة واحدة:

$$\propto g\ .I + Qw - \tau\ g\ .I = Qca + Qb + Cgs\frac{dTg}{dt} + Cwb\frac{dTw}{dt} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(3)$$

ان الفرضيات التي استخدمت على المقطر لإجراء الحسابات هي كالآتي[13]:

- على افتراض ان كمية الطاقة المنعكسة من الغطاء الشفاف بسيطة نسبة الى كمية الطاقة الكلية الساقطة.

- ان الطاقات التي يمكن اعتبارها (Q_{ew} & Q_{cw} & Q_{rw}) من القاعدة الى الغطاء الشفاف وكذلك الطاقة المفقودة من الغطاء الشفاف الى الجو والطاقة الممتصة من القاعدة والماء المالح الموجود فيها، من الطاقة الكلية الساقطة.
- يمكن اعتبار الطاقة المتبادلة بين القاعدة والماء المالح الذي فوقها والغطاء الشفاف، طاقة بين سطحين متوازيين لتسهيل عملية حسابات الطاقة.
- على افتراض أن كمية الطاقة الممتصة من الغطاء الزجاجي بسيطة نسبة الى كمية الطاقة الشمسية الساقطة.

ان طاقة الاشعاع المنتقلة من الماء المالح الى الغطاء الزجاجي تحسب من المعادلة التالية [14]:

$$Q_{rw}= h_{rw}(T_w - T_g) \quad \text{.....(4)}$$

وان h_{rw} تحسب من المعادلة التالية[14]:

$$h_{rw}= \varepsilon_w \cdot \sigma [(T_W)^2+(T_g)^2]. (T_{w+}T_g \quad \text{.....(5)}$$

اما طاقة الحمل فيتم حسابها من المعادلة التالية [15]:

$$Q_{cw}= h_{cw} (T_w-T_g) \quad \text{.....(6)}$$

حيث ان h_{cw} يحسب من المعادلة التالية[15]:

$$h_{cw}=0.844[T_w-T_g+ \frac{(Pw - Pg)\times(Tw)}{268.9\times10^3 - Pw}]^{1/3} \quad \text{.....(7)}$$

حيث ان P_g يحسب من المعادلة التالية[15]:

$$P_g= e^{[25.317 - \frac{5144}{Tg+273}]} \quad \text{.....(8)}$$

وان P_w يحسب من المعادلة التالية[15]:

$$P_w=e^{[25.317 - \frac{5144}{Tw+273}]} \quad \text{.....(9)}$$

اما طاقة التبخير فتحسب من المعادلة التالية [15] :

$$Q_{ew}= h_{ew}(T_w-T_g) \quad \text{.....(10)}$$

ومعامل انتقال حرارة التبخير يحسب كالاتي[15]:

$$h_{ew}=0.016273\times h_{cw}\times \frac{(Pw-Pg)}{(Tw-Tg)} \quad \text{.....(11)}$$

ان الطاقة المفقودة بالحمل والاشعاع من الغطاء الزجاجي وتحسب كالاتي [13] :

$$Q_{ca}=h_{ca}(T_g-T_a)+ \varepsilon_g \cdot \sigma(Tg^4 - Ta^4) \quad \text{.....(12)}$$

وأن h_{ca} يحسب من المعادلة الاتية[13]:

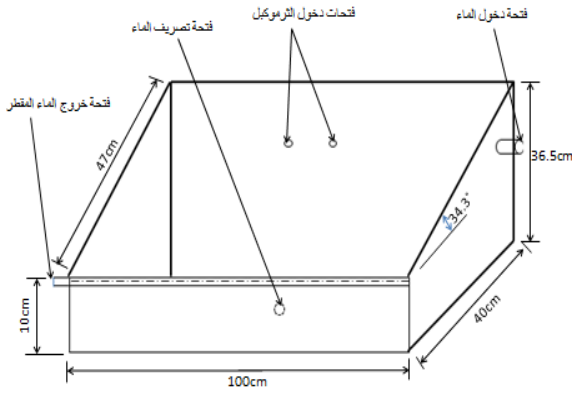
$$h_{ca}=5.7+3.8V \quad \text{.....(13)}$$

أما كفاءة المقطر الشمسي فهي حاصل قسمة كمية الطاقة الحرارية الناتجة منه على كمية الطاقة الشمسية الداخلة له وتحدد بالصيغة الرياضية التالية لكل نصف ساعة[14] :

$$\zeta_h= \frac{P\times Hfg}{I\times A} \quad \text{.....(14)}$$

الجانب العملي

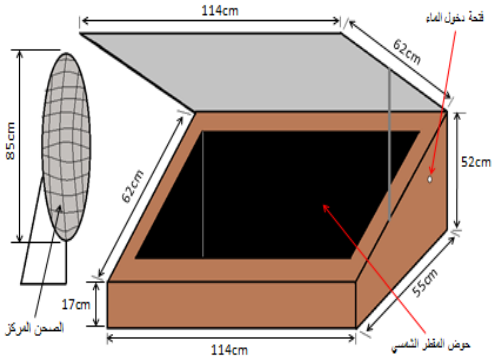
تم تصنيع حوض المقطر الشمسي من صفائح الحديد المغلون بسمك 3 ملم وبطول قاعدة 1 متر وعرض 0.4 متر وارتفاع 10 سم من المقدمة و 36.5 سم من مؤخرة الحوض لتتكون زاوية ميلان 34.3° عن الافق لتكون زاوية ميلان الغطاء الزجاجي والحوض هو كما مبين في الشكل (1).



الشكل (1) حوض المقطر الشمسي

اجريت عملية لحام مناطق اتصال الحوض باستخدام لحام القوس الكهربائي وتم اختبار مناطق اللحام في الحوض بالأصباغ المنفذة وكذلك عمليا بواسطة ملئ الحوض بالماء والتأكد من عدم تسرب الماء من الحوض، استخدم لطلاء سطح الحوض من الداخل طلاء اسود غير لماع لامتصاص اكبر كمية من الاشعاع الشمسي، وللحفاظ على مناطق اللحام من الصدأ غطيت بطبقة من مادة السليكون. وقد تم انشاء صندوق خشبي مساحة قاعدته بطول 114 سم وعرض 55 سم وبارتفاع 17 سم من المقدمة و 52 سم من مؤخرة الصندوق ليتم وضع الحوض المعدني بداخله مع ترك مسافة4 سم من كل جانب ومن القاعدة لوضع العازل الحراري (الصوف الزجاجي) بينهما، حيث صنع الصندوق الخشبي من ألواح الخشب بسمك 1.5 سم ليكون جزءا من العازل المحيط بالحوض المعدني. اما الغطاء الشفاف فقد استخدم زجاج الشابيك الاعتيادي سمك 4 ملم حيث وضع في داخل اطار خشبي بعد ان تم حفر اخدود في كل قطع الاطار الخشبي المحيطة بالغطاء الشفاف بعد ان تم وضع مادة السليكون على اطراف الغطاء الشفاف لكي يكون عازلا للحرارة وعدم تسرب بخار الماء، ان الغطاء جرى تصنيعه ليكون غطاءا متحركا يسهل تبديل الزجاج فيه عند الكسر فيه لكون اجزائه الخشبية مثبته بواسطة البراغي، ووضع لكي يكون الاطار الخشبي للغطاء يغطي الحواف الخشبية المحيطة المغطية للعازل ما بين الحوض المعدني والصندوق الخشبي ويكون الزجاج مغطيا للحوض فقط لكي يصل الاشعاع الى داخل الحوض بدون اعاقة او تأثير عليه. ولتحقيق العزل التام للفتحة بين الصندوق الخشبي والغطاء الزجاجي عند اغلاقه عند تشغيل المقطر، وضعت حشوة مطاطية لإحكام غلق الحوض من الداخل وعدم تسريب البخار والحرارة عند منطقة التماس بين الغطاء

والصندوق. وللسيطرة على عمق الماء داخل المقطر الشمسي استخدمت طوافة بلاستيكية ذات ذراع يتغير لتحديد عمق الماء المطلوب .ان الماء المقطر المنزلق من الغطاء الشفاف سوف ينزل الى اسفل الغطاء الشفاف حيث توجد قناة تجميع الماء التي صنعت باستخدام انبوب بلاستيكي بطول تم قطعه بطول 114 سم الى نصفين وازالة النصف الاعلى منه ليكون بشكل اسطوانة مجوفة على طول الحوض أما نهايته التي تخترف الصندوق الخشبي حيث يبقى الانبوب كما هو، وثبتت قناة تجميع الماء المقطر في داخل مقدمة الحوض بواسطة اربع حمالات بلاستيكية تربط بالبراغي على مقدمة الحوض وتم وضعها لتكون مائلة بزاوية قليلة مقدارها 5° باتجاه فتحة خروج الماء من الانبوب الى الخارج والتي عندها تم ربط صمام وربط بع انبوب مطاطي مرن، اما النهاية الاخرى لقناة تجميع الماء المقطر فتم غلقها بمادة السليكون حيث لصقت بحوض المقطر. ان الشكلين(2)،(3) يبينان المقطر الشمسي المستخدم في هذا البحث.



الشكل (2) المقطر الشمسي المستخدم في البحث مع ابعاده

الشكل (3) صورة فوتوغرافية للمقطر الشمسي

تم تصنيع العاكس بشكل اطار خشبي يحيط بلوح من الالومنيوم سمكه 3 ملم بطول 114 سم وعرض 62 سم ويتم تغطيته بغلاف عاكس لماع مصنوعاً من صفائح الالومنيوم ويثبت بواسطة المسامير. وتم تثبيت اللوح العاكس من الاسفل بثلاث مساند مفصلية قابلة للحركة وربطت بواسطة البراغي على الصندوق الخشبي المحيط بحوض المقطر، اما من الجانب يربط بواسطة عمود مجوف مربع الشكل مكون من قطعتين احداهما تدخل بالأخرى طول ضلع المقطع العرضي للقطعة الكبيرة 2 سم وطول ضلع المقطع العرضي للقطعة الصغيرة 1.8 سم تثبت القطعتان مع بعضهما باستخدام برغي لغرض التحكم بزاوية انعكاس الاشعاع الشمسي اما من الاعلى والاسفل فتثبت النهايتان ببراغي وتكون النهايتان قابلتان للحركة.

اما المركز فتم تصنيعه من صحن بيضوي الشكل مقعر طوله 85 سم وعرضه 50 سم تم تغطية سطحه باستخدام قطع من المرايا مربعة الشكل عددها 175 قطعة طول ضلع الواحدة منها 5 سم ولصقت القطع بواسطة مادة لاصقة حرارية ،اما الصحن فهو قابل للحركة وتغيير زاويته .العاكس والمركز مبينان مع المقطر الشمسي في الشكلين (2)،(3).

اجريت الاختبارات على المقطر الشمسي تحت الظروف الجوية لمدينة تكريت. الاختبارات تتم بمجموعة من الاجراءات اولها تنظيف الغطاء الزجاجي من الاتربة وتوجيه المقطر نحو الجنوب وتحديد عمق الماء ووضع الاضافات المحاليل الكيمياوية او الفحم. أجريت مجموعة من الاختبارات العملية على المقطر الشمسي تتضمن المتغيرات الآتية:

1- مقارنة بين انتاجية المقطر الشمسي في حال وجود عاكس ومركز مع حالة عدم وجود عاكس ومركز.

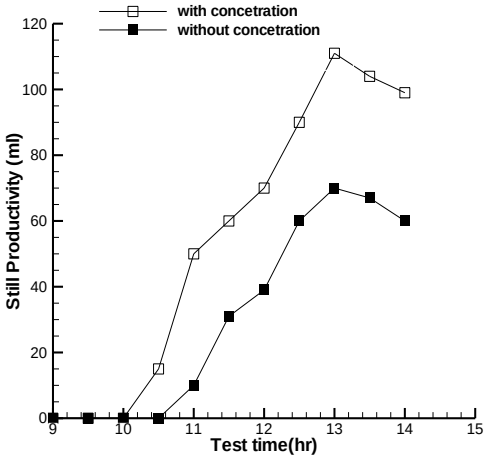
2- تأثير اضافة الفحم ومحلول (Thymol Blue) ومحلول (Bromophenol) الازرق في حوض المقطر الشمسي بوجود المركزات ومقارنتها مع حالة المقطر بدون هذه الاضافات.

النتائج والمناقشة

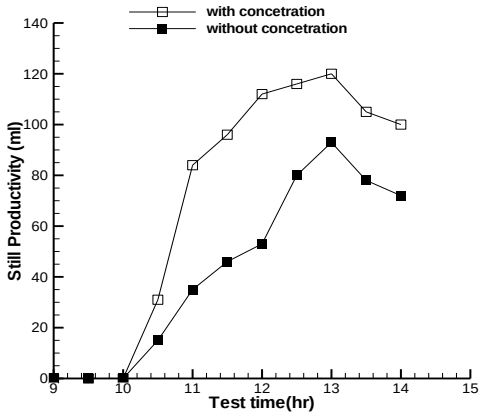
اجريت الاختبارات العملية على المقطر الشمسي تحت الظروف الجوية لمدينة تكريت التي تقع عند (خط عرض 36° 34' شمالا، خط طول 43° 45' شرقا). وتمت الاختبارات بمجموعة الاجراءات وكما يلي اولا: تنظيف الغطاء الزجاجي واللوح العاكس والصحن المركز من الاتربة وكذلك تنظيف حوض المقطر من الاتربة وبقايا الماء المتبقي بعد كل اختبار ان وجد. وثانيا: توجيه المقطر نحو الجنوب. وثالثا: وضع الماء والمحلول حسب العمق المحدد عند كل اختبار ويتم تنظيم طوافة لتحديد عمق الماء داخل المقطر الشمسي. جميع الاختبارات بدأت في الساعة التاسعة صباحا الى الساعة الثانية ظهرا في شهري شباط وآذار للاختبارات بوجود الماء فقط او بإضافة الفحم او بإضافة المحاليل الكيمياوية. ان لشدة الاشعاع الشمسي الساقط التأثير الاكبر على اداء المقطرات الشمسية، اذ لوحظ عند زيادة شدة الاشعاع الشمسي الساقط على المقطر الشمسي تزداد الانتاجية والكفاءة ومع نقصان كمية الاشعاع الشمسي الساقط على المقطر الشمسي تقل الانتاجية والكفاءة، ان شدة الطاقة الشمسية الساقطة تكون اقل قيمة لها عند فترة شروق الشمس وتأخذ بالازدياد مع تقدم الوقت لتصل الى اعلى قيمة لها عند فترة الظهيرة (12-2مساءا) وبعد فترة الظهيرة تأخذ بالهبوط الى ان تنتهي عند غروب الشمس. تم اخذ عدة حالات للمقطر الشمسي لمعرفة تأثير الاضافات على اداء المقطر وهي كالاتي:

مقارنة لأداء المقطر الشمسي في حالة وجود مركزات مع حالة عدم وجود المركزات:

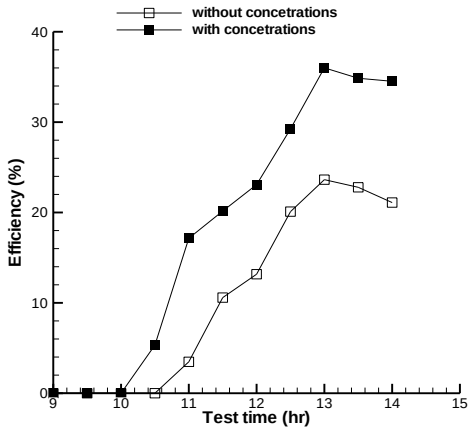
اجريت مجموعة من الاختبارات على المقطر الشمسي الذي يحتوي على لوح عاكس وصحن مركز والشكلين (4)،(5)، توضح مقارنة الانتاجية مع حالة مقطر شمسي اخر لا يحتوي على عاكس ومركز وتم اخذ الاعماق لماء الحوض (1.5 و 2) سم في شهر شباط واخذت القراءات لكل نصف ساعة وكانت الانتاجية للمقطر الشمسي الذي يحوي مركزات اكبر من انتاجية المقطر في حال عدم وجودهما اذ تكون نسبة الزيادة في الانتاجية 46%، وذلك لان المقطر الذي يحتوي على المركزات (لوح عاكس وصحن مركز) يتسلم اشعاع اكثر من المقطر بدون المركزات كونه يتسلم اشعاعاً مباشراً من الشمس واشعاع منعكس من اللوح العاكس واشعاع متركز قادم من الصحن المركز اما المقطر الذي بدون مركزات لا يتسلم اشعاع سوى الاشعاع القادم من الشمس. وكذلك فان كفاءة المقطر ذو المركزات تزداد بصورة اعلى من كفاءة المقطر بدون مركزات اذ تزداد بمقدار 43%، كما في الشكلين (6)،(7).



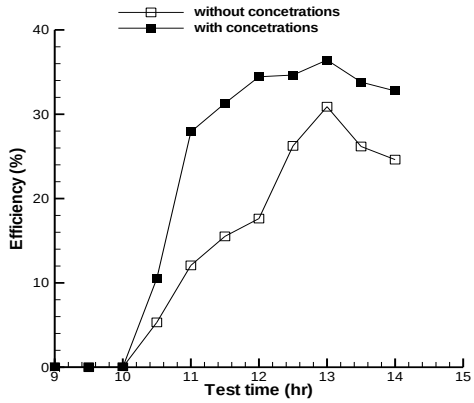
الشكل (4) تغير انتاجية المقطر مع الزمن في حالة وجود المركزات وعدم وجودها عند عمق ماء 2 سم



الشكل (5) تغير انتاجية المقطر مع الزمن في حالة وجود المركزات وعدم وجودها عند عمق ماء 1.5 سم



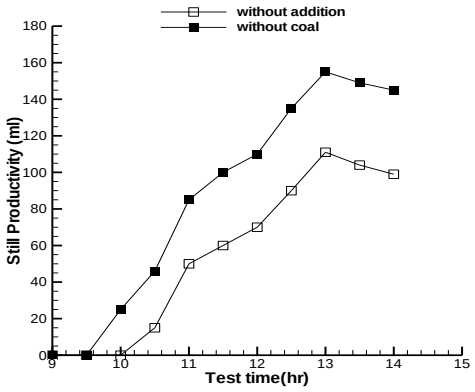
الشكل (6) تغير كفاءات مع الزمن في حالة وجود المركزات وعدم وجودها عند عمق ماء 2 سم



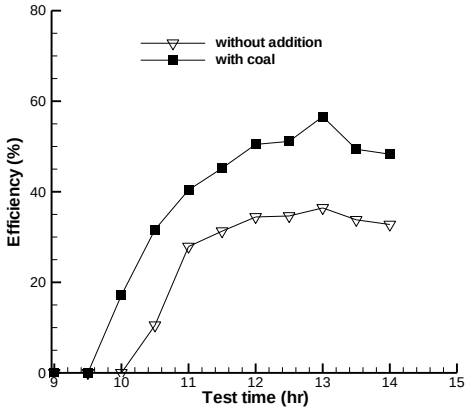
الشكل (7) تغير كفاءات المقطر مع الزمن في حالة وجود المركزات وعدم وجودها عند عمق ماء 1.5 سم

تأثير اضافة الفحم على أداء المقطر الشمسي

تمت الاختبارات على المقطر الشمسي والذي يحوي على مركزات بأخذ عمقين للماء المالح داخل المقطر الشمسي (1.5 و 2) سم وبدون اضافات داخل حوض المقطر الشمسي في شهري شباط وبداية اذار وتلتها اختبارات بالعمقين نفسهما وعلى المقطر الشمسي نفسه ولكن بإضافة قطع من الفحم المتوفر في الاسواق تم وضعه مع الماء المالح داخل حوض المقطر الشمسي واجريت الاختبارات في شهري نيسان وايار وبعد اتمام الاختبارات ورسم الاشكال تبين ان انتاجية المقطر الشمسي الذي يحوي على الفحم تكون اعلى من انتاجية المقطر الشمسي الذي لا يحوي على الفحم بمقدار38% كما في الاشكال (8) و (9). اما كفاءة المقطر فيمكن ملاحظة الفرق بين كفاءة المقطر المحتوي على الفحم تكون الزيادة فيه بمقدار 36% مقارنة بالمقطر الاخر بدون الفحم كما في الاشكال (10) و (11).



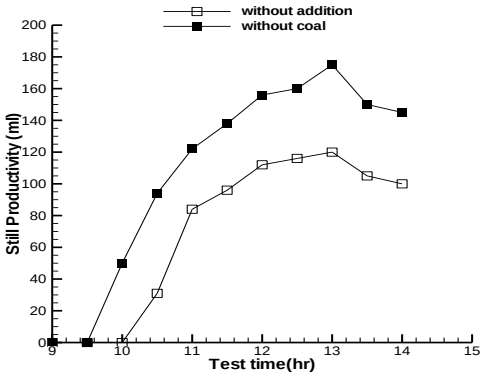
الشكل (8) تغير انتاجية المقطر مع الزمن في حالة وجود الفحم وعدم وجوده عند عمق ماء 2 سم



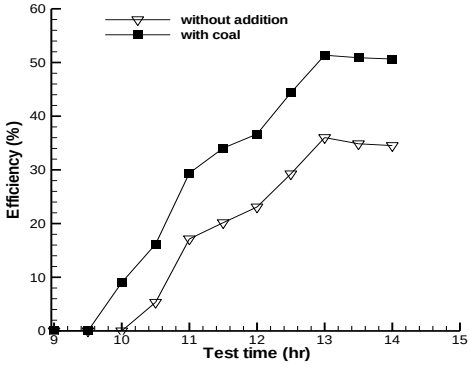
الشكل (11) تغير كفاءة المقطر مع الزمن في حالة وجود الفحم وعدم وجوده عند عمق ماء 1.5سم

<u>تأثير استخدام محلول الثايمول الازرق (Thymol Blue) على انتاجية المقطر</u>

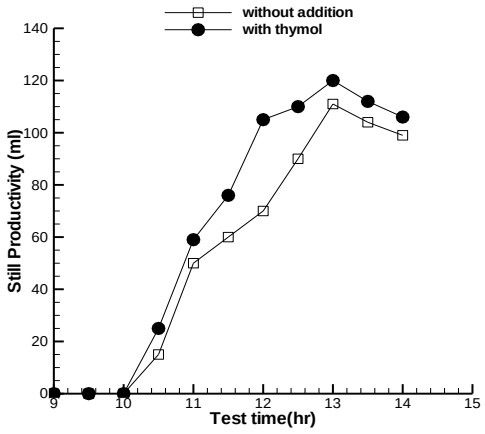
اجريت الاختبارات على المقطر الشمسي في بداية شهر حزيران وتم اضافة محلول الثايمول الازرق الذي تم تحضيره مختبريا بارتفاع 1.25 سم وعزل عن الماء باستخدام لوح زجاجي ذو سمك 2 ملم. وبعد اخذ القراءات لعمقين مختلفين وهما (1.5 و 2) سم، تبين ان انتاجية المقطر الشمسي تزداد بنسبة 16% باستخدام محلول الثايمول الازرق بالمقارنة مع عدم استخدامه كما في الشكلين (12) و (13) وبمقارنة كفاءة المقطر بوجود الثايمول مع عدم وجوده كما في الشكلين (14) و (15) نلاحظ الفرق الواضح بزيادة الكفاءة للمقطر الشمسي بوجود محلول الثايمول الازرق بمقدار 19%مقارنة مع عدم وجوده.



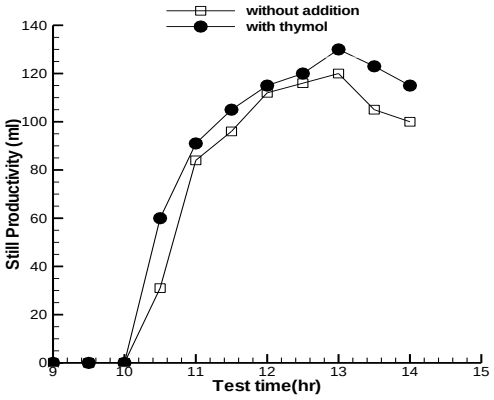
الشكل (9) تغير انتاجية المقطر مع الزمن في حالة وجود الفحم وعدم وجوده عند عمق ماء 1.5 سم



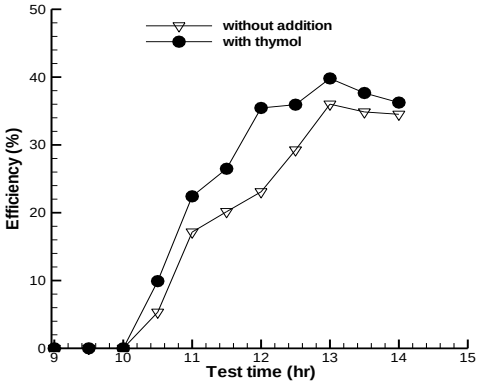
الشكل (10) تغير كفاءة المقطر مع الزمن في حالة وجود الفحم وعدم وجوده عند عمق ماء 2 سم



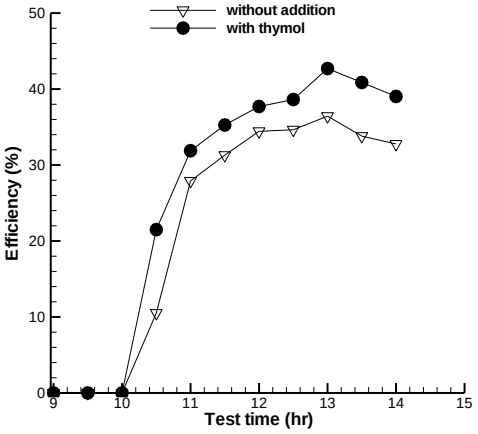
الشكل (12) تغير انتاجية المقطر مع الزمن في حالة وجود محلول الثايمول وعدم وجوده عند عمق ماء 2 سم



الشكل (13) تغير انتاجية المقطر مع الزمن في حالة وجود محلول الثايمول وعدم وجوده عند عمق ماء1.5 سم



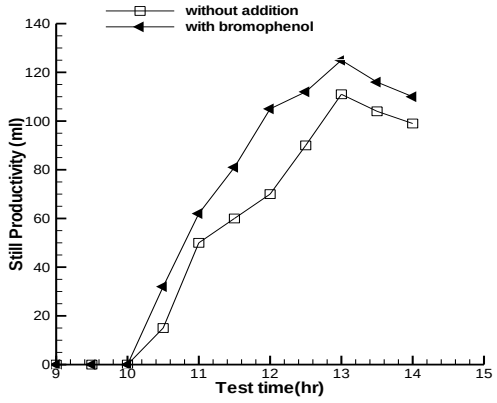
الشكل (14) تغير كفاءة المقطر مع الزمن في حالة وجود محلول الثايمول وعدم وجوده عند عمق ماء 2 سم



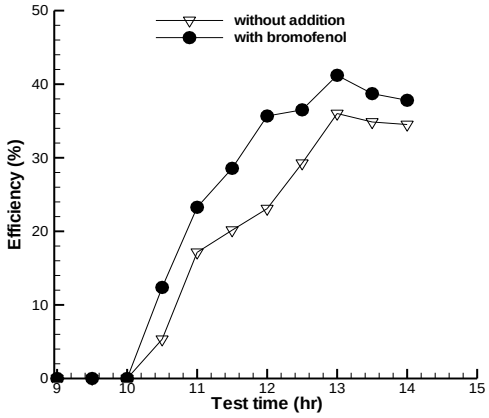
الشكل (15) تغير كفاءة المقطر مع الزمن في حالة وجود محلول الثايمول وعدم وجوده عند عمق ماء1.5 سم

<u>تأثير استخدام محلول البروموفينول الازرق (bromophenol) على انتاجية المقطر الشمسي</u>

تم اجراء اختبار واحد على المقطر الشمسي بإضافة محلول البروموفينول الازرق وبعمق ماء 2 سم. تم اضافة محلول البروموفينول الازرق وبارتفاع 1.25سم وتم عزله ايضا باستخدام لوح زجاجي سمكه 2 سم وكانت النتائج هي زيادة في الانتاجية بمقدار 23% موضحة بالشكل (16) مقارنة بالمقطر الشمسي بدون الاضافات. ان زيادة الانتاجية للمقطر الشمسي في حالة اضافة محلول البروموفينول الازرق يؤدي الى زيادة الكفاءة بنسبة 25% لكل اختبار والشكل (17) يوضح فرق الكفاءة للمقطر في حالة وجود محلول البروموفينول وعدم وجوده.



الشكل (16) تغير انتاجية المقطر مع الزمن في حالة وجود محلول البروموفينول وعدم وجوده عند عمق ماء 2سم

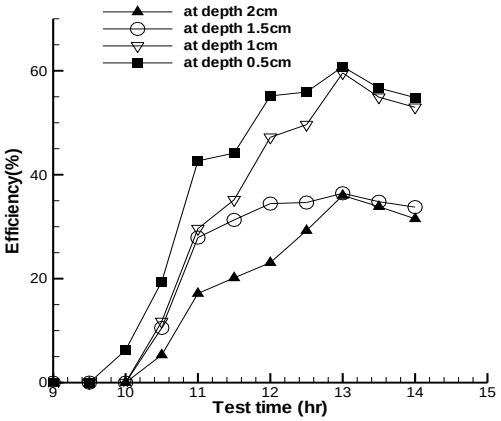


الشكل (17) تغير كفاءة المقطر مع الزمن في حالة وجود محلول البروموفينول وعدم وجوده عند عمق ماء 2 سم

<u>تأثير عمق الماء على انتاجية المقطر الشمسي</u>

تم دراسة تأثير عمق الماء على انتاجية المقطر الشمسي وتم اخذ اربعة اعماق للماء في حوض المقطر الشمسي في حالة كون المقطر الشمسي يحتوي على المركزات فقط، واعماق الماء هي (0.5، 1، 1.5، 2) سم وفي ظروف جوية متقاربة. ووجد ان انتاجية المقطر الشمسي تزداد بانخفاض عمق الماء في حوض المقطر تم دراسة تأثير عمق الماء على انتاجية المقطر الشمسي وتم اخذ اربعة اعماق للماء في حوض المقطر الشمسي في حالة كون المقطر الشمسي بدون اضافات وكذلك بإضافات قطع الفحم مع ماء المقطر الشمسي والارتفاعات هي (0.5، 1، 1.5، 2) سم وفي ظروف جوية متقاربة .

ووجد ان انتاجية المقطر الشمسي تزداد بانخفاض عمق الماء في حوض المقطر، اذ يتبين ازدياد الانتاجية بانخفاض عمق الماء حيث بلغت الانتاجية اليومية1205 مليلتر بدون الاضافات عند عمق 0.5 سم وكانت اقل انتاجية يومية عند عمق 2 سم حيث بلغت 599 مليلتر ويرجع السبب إلى إن حجم الماء الموجود وبالتالي كتلته في الحوض الذي عمقه 0.5 سم هي اقل مما يؤدي إلى أن كمية الطاقة اللازمة لرفع درجة حرارته إلى درجة أعلى سوف تكون اقل وهذا يعني انه بالإمكان رفع درجة حرارة الماء في الحوض ذي العمق 0.5 سم إلى درجات حرارة أعلى من الحوض ذي العمق 2 سم. كذلك فان الكفاءة تزداد بانخفاض عمق الماء لنفس الاسباب كما في الشكل (20).



الشكل (20) تغير الكفاءة مع تغير عمق الماء

الاستنتاجات

بعد اجراء الاختبارات وتحليل النتائج استنتج عمليا ان:

1- كفاءة وانتاجية المقطر الشمسي تزداد بزيادة كمية الاشعاع الشمسي الساقط على وحدة المساحة.

2- يمكن تحسين اداء المقطرات الشمسية بإضافة عاكسات ومركزات للإشعاع الشمسي الساقط، اذ تعمل على زيادة كمية الاشعاع الواصل الى السطح الماص في حوض المقطر الشمسي.

3- يمكن تحسين اداء المقطرات الشمسية باضافة الفحم الى حوض المقطر الشمسي بوضعه مع الماء.

4- يمكن تحسين اداء المقطرات الشمسية باضافة مواد كيمياوية تحل محل السطح الماص في قاعدة حوض المقطر بعد عزلها عن الماء.

5- أن انتاجية وكفاءة المقطر الشمسي تعتمد على عمق الماء في حوض المقطر، حيث كلما قل عمق الماء في المقطر تزداد الانتاجية والكفاءة.

المصادر

1. Sampathkumar K, Arjunan TV. Active solar distillation-A detailed review. Renewable and Sustainable Energy Reviews14; 2010: 1503-1526.
2. Glof GO. Design and operating principles in solar distillation basins. Advances in Chemistry Series, No.27 (Saline Water Conversion); 1960: p156.
3. Mahdi J and Smith B.E. Solar distillation of water using a V-through solar concentrator with a Wick–type solar atill. Renewable Energy. 5(1); 1994: 520-523,.
4. Tiwari AK and Tiwari GN. Effect of water depths on heat and mass transfer in a passive solar still: in Summer climatic condition. Desalination 195; 2006: 78–94.
5. Badran OO. Experimental study of the enhancement parameters on a single slope solar still productivity. Desalination 209; 2007: 136–143.
6. Murugavel KK, Chockalingam KKSK. Progresses in improving the effectiveness of the single basin passive solar still. Desalination 220; 2008: 677–686.
7. Tiwari AK, Tiwari GN. Thermal modeling based on solar fraction and experimental study of the annual and seasonal performance of a single slope passive solar still. Desalination 207; 2007: 184–204.
8. Kabeel AE. Performance of solar still with a wick concave evaporation surface. Twelfth International Water Technology Conference, IWTC12, Alexandria, Egypt; 2008.
9. Kumara BS, Kumarb S, Jayaprakasha R. Performance analysis of a V-type solar still using a charcoal absorber and a boosting mirror. Desalination 229; 2008: 217–230.
10. Khalifa AN, Ibrahim HA. Effect of inclination of the external reflector of simple solar still in Winter an experimental investigation for different cover angle. Desalination 264; 2010: 129–133.
11. Teltumbade TR. and Walke PV. Experimental evaluation of a single-basin solar still using different absorbing materials: an overview. International Journal of Engineering Science and Technology (IJEST). ISSN : 0975-5462 3(4); Apr 2011.
12. Phadatare MK, Verma SK. Influence of water depth on internal heat and mass transfer in a plastic solar still. Desalination 217; 2007: 267–275.
13. Sampathkumar, K., Arjunan, T.V., Pitchandi P, Senthilkumar P. Active solar distillation-A detailed review", Renewable and Sustainable Energy Reviews 14; 2010: 1503–1526.
14. Badran O. Theoretical analysis of solar distillation using active solar still. Int. J. of Thermal & Environmental Engineering. 3(2); 2011; 113-120.

passive solar still: in Summer climatic condition. Desalination 195; 2006: 78–94,.

15. Tiwari, AK, Tiwari GN. Effect of water depths on heat and mass transfer in a