

تكيف الأبنية عن طريق استخلاص الحرارة اللازمة لمولد دورة التبريد الامتصاصية من البرك الشمسية

مكي حاج زيدان
استاذ مساعد/ كلية الهندسة / جامعة تكريت
منذر عبدالله موسى
استاذ مساعد/ كلية الهندسة / جامعة بغداد.
عاصم محمد عبد الوهاب
مدرس مساعد / دائرة الشؤون الهندسية / ديوان الوقف السني.

الخلاصة

يتضمن هذا العمل محاكاة نظرية لمنظومة التبريد الامتصاصية نوع (بروميد الليثيوم - ماء) سعة (21 طن تبريد) تعمل بالطاقة الشمسية، وتستخدم لتكييف قاعة المطالعة لبنانية المكتبة المركزية في جامعة تكريت مساحتها بحدود (200 m²)، بدايةً تم قياس متغيرات المناخ لمدينة تكريت بوساطة منظومة (Port log) الموجودة في جامعة تكريت، وللأشهر (أيار - حزيران - تموز - آب - أيلول) لسنة 2015، كما تم إجراء موازنة حرارية للمعادلات الرياضية ومحاكاتها حاسوبياً عن طريق بناء برنامج بلغة (FORTRAN) وحساب أحمال التكييف للبنانية باستخدام البرنامج الجاهز (HAB)، للوصول إلى التصميم الأمثل للبركة الشمسية وأفضل معامل أداء للمنظومة الامتصاصية، تم تغيير سماكات كل من الطبقة السطحية وطبقة اللاحمل في البركة وملاحظة تأثير هذا التغير على كل من الحرارة المفيدة وكفاءة التحويل في البركة الشمسية، بعد التوصل الى السماكات المثلى للطبقتين السطحية والوسطى تم تغيير مساحة البركة الشمسية لغرض التوصل الى المساحة التي تغذي مولد الدورة الامتصاصية بالحرارة الكافية طيلة ساعات التكييف المطلوبة، وبموجب مدخلات الظروف المناخية لمدينة تكريت تم التوصل الى أن أمثل سماكة للطبقة السطحية كانت قرب (0.1 m - 0.15 m) وأمثل سماكة لطبقة اللاحمل كانت بين (4.0 m - 3.0 m) إذ أعطت كلتا السماكتين أعظم قيمة لمعدل كمية الحرارة المفيدة وأمثل كفاءة للبركة الشمسية، كما وجد أن مساحة (10000 m²) من بركة شمسية يمكن أن تُنتج طاقة حرارية تصل الى (250 kW) يمكنها تشغيل المنظومة من (6 - 10) ساعات يومياً.

الكلمات المفتاحية: البركة الشمسية، الحرارة المفيدة، طبقة اللاحمل، منظومة التبريد الامتصاصية.

المقدمة:

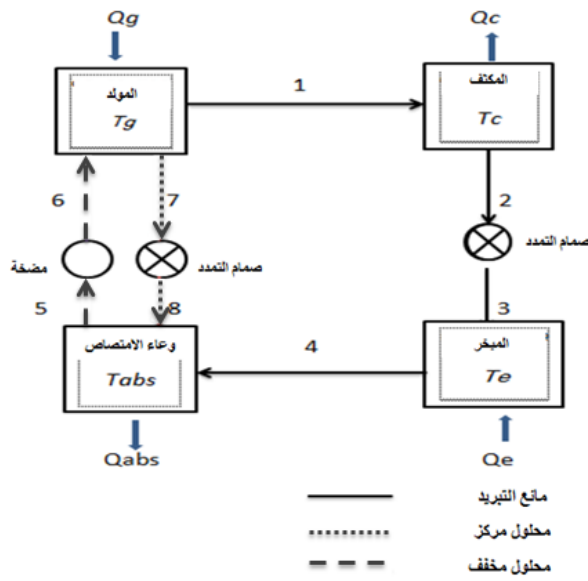
لتيارات الحمل، في حين يعتمد النوع الآخر على تخزين تلك الطاقة الحرارية عن طريق عملية إعاقة التبخر، إن النوع الأول من البرك الشمسية المبنية في الشكل 1 والتي تسمى ب (البرك الملحية الشمسية) هي الأكثر شيوعاً.

تعد البرك الشمسية أحد أهم التطبيقات المستعملة في مجال الاستفادة من الطاقة الشمسية، وهي عبارة عن حفرة ثلاثية الأبعاد أو بركة من المياه الملحية التي يعمل سطحها ومحتواها المائي الطبقي والمتدرج في الملوحة على امتصاص حرارة أشعة الشمس الساقطة عليه وتخزينها على شكل طاقة حرارية كامنة في قاع البركة، وهناك نوعان من البرك الشمسية، يعتمد النوع الأول على تركيز الأملاح في البركة واختزان الطاقة الحرارية في القاع عن طريق عملية الإعاقة

الطاقة الحرارية المعطاة. (عبدالله، 2013؛

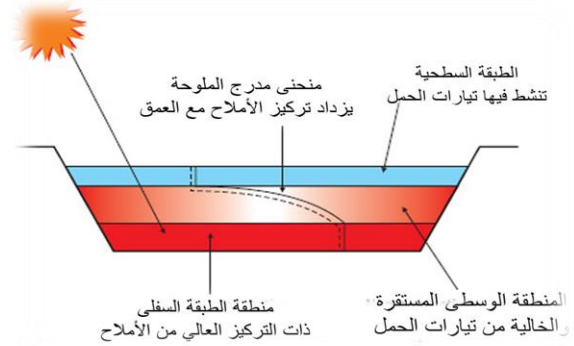
مفضل، 2015؛ Ghassemi، 2010)

أما منظومة التبريد (بروميد الليثيوم - ماء)
الامتصاصية فتتألف من أربعة أجزاء رئيسية هي
(المولد، والمكثف، والمبخر، ووعاء الامتصاص
(وأجزاء أخرى مثل (صمام التمدد، ومضخة
المحلول) كما هو مبين في الشكل 2 .



شكل (2) دورة أحادية التأثير لبروميد الليثيوم - ماء
الامتصاصية.

أن مائع التبريد لهذه الدورة هو الماء والمادة
الماصة هي ملح بروميد الليثيوم الذي يمتاز بعدم
تبخره من المحلول مع الماء، يبدأ عمل هذه
الدورة بتسخين المحلول المركز الموجود في
المولد والذي يجهز بكمية الحرارة اللازمة من
البركة الشمسية ليبخر الماء في محلول (بروميد
الليثيوم - ماء)، ثم يتجه بخار الماء إلى المكثف
ليتكثف ويتحول إلى سائل مشبع ينتقل بعدها إلى
صمام التمدد الذي يعمل على خفض الضغط ومن
ثم يتجه المائع في طوره السائل إلى المبخر لكي



شكل (1) بركة شمسية مبنياً مناطق مختلفة التركيز
الملحي ودرجات الحرارة.

إذ تتألف من ثلاث طبقات من المياه المتباينة في
درجة الملوحة، تبدأ بالطبقة العلوية (السطحية)
بالرمز (UCZ) وتكون ذات تركيز ملحي
ضعيف، وتليها الطبقة الوسطى أو طبقة اللاحمل
(Non-convective zone) ويرمز لها
بالرمز (NCZ) التي يزداد فيها التركيز
الملحي تدريجياً بزيادة العمق، لذا فهي تعمل على
منع التبادل الحراري بين الطبقة السفلى الموجودة
في قاع البركة والطبقة العليا ضعيفة الملوحة، ثم
يلي ذلك الطبقة السفلية الخازنة للحرارة (Lower
convective zone) (LCZ) والتي غالباً ما
تكون فائقة التركيز الملحي إذ يرجع الفضل إليها
في قدرة البركة على الاحتفاظ بالحرارة الشمسية
وتوليد الطاقة، ومن المميزات الكبرى للبرك
الشمسية هي قدرتها على التخزين الحراري
للإشعاع الشمسي الساقط عليها، ونتيجة للخصن
الحراري الكبير وكذلك الاحتياطات المتخذة
للتقليل من الفقد الحراري الناتج عن تيارات الحمل
أو الإشعاع من سطح البركة الشمسية فإن هذه
البركة قد لا تفقد سوى قيمة محدودة من درجات
الحرارة خلال عدة أسابيع وحتى في غياب أي
إشعاع شمسي يُذكر، وتعد البرك الشمسية أقل
كلفةً من المجمعات الشمسية المسطحة سواء من
حيث الكلفة في المساحة أو من حيث الكلفة لوحدة

غالية، 2011. أجرى دراسة نظرية حول تأثير بعض العوامل على بناء وتصميم بركة شمسية وحساب معدل كمية الحرارة المستخرجة منها وتحديد مدى تأثير هذه العوامل على كفاءة البركة الشمسية، وتوصل إلى أن أفضل سماكة للطبقة السطحية في البركة الشمسية كانت عند (0.1m - 0.15m) ولطبقة اللاحمل كانت عند (4.5m - 4.0m) أعطت أعلى كفاءة للبركة وقيمة عظمى لمعدل كمية الحرارة المستخرجة.

Safwan et al، 2014. قاموا بدراسة نظرية وعملية لبركة شمسية تعمل مصدراً لجمع وتحويل وخرن الطاقة الشمسية على شكل حرارة، وتوصلوا إلى أن (100 x 100 m²) مساحة من بركة شمسية تعطي حرارة (300 kW) وفق القيم المقاسة لشدة الاشعاع الشمسي لمدينة بغداد.

Ibrahim, 2012. أجرى دراسة نظرية لمنظومة تقطير شمسية مؤلفة من بركة شمسية ومقطر شمسي متعدد المراحل، وقد توصل الى أن القيم العالية للاشعاع الشمسي الساقط على المتر المربع الواحد تؤدي إلى الحصول على درجة حرارة عالية تزيد عن (100 °C) في قاع البركة، كما أن إضافة غطاء زجاجي لسطح البركة الشمسية يرفع من درجة الحرارة بنسبة (30 %).

الهدف من البحث:

يهدف هذا البحث إلى محاكاة عمل بركة شمسية تُستخدم كمصدر حراري في الحصول على الحرارة اللازمة لتشغيل مولد دورة التبريد الامتصاصية وذلك عن طريق قياس الظروف المناخية وحساب الأحمال المطلوبة للحيز المراد تكييفه ومن ثم إجراء موازنة حرارية لكل من البركة الشمسية ومنظومة التبريد الامتصاصية لغرض التوصل إلى السماكات المثلى للطبقتين

تتم عملية التبادل الحراري بينه وبين الحيز المكيف ليعود السائل الى بخار مشبع بعد اكتسابه الحرارة ويمتص في وعاء الامتصاص من قبل محلول (بروميد الليثيوم - ماء) المركز القادم من المولد ماراً بالتبادل الحراري ثم صمام التمدد لخفض الضغط فيتحول الأخير إلى محلول مخفف بعد ازدياد نسبة الماء فيه ليضخ مرةً أخرى إلى المولد ماراً بالتبادل الحراري وهكذا تكرر العملية. (الجودي، 1986؛ Dincer، 2003)

Sumathy, 2000 . أجرى دراسة مقارنة لمنظومات تبريد امتصاصية جميعها من نوع (بروميد الليثيوم - ماء) تعمل بمصادر مختلفة للطاقة الشمسية، وتوصل الى ان كلفة استخلاص الطاقة باستخدام البرك الشمسية هي الأقل من بين المنظومات التي تستخدم المجمعات الشمسية ذات الصفيحة المستوية والمنظومات التي تستخدم المجمعات الشمسية ذات الانبوب المفرغ.

وليد واخرون، 2009. قاموا بدراسة نظرية لمحاكاة منظومة تبريد امتصاصية تستخدم محلول (بروميد الليثيوم - ماء) في عملها وتعتمد على الطاقة الشمسية باستخدام المجمع الشمسي كمصدر حراري لمولدها، واستنتجوا أن استخدام مجمع شمسي بشكل قطع مكافئ مساحته (60 m²) يساهم بنسبة (70 %) في تخفيض الطاقة المستهلكة في عمل المنظومة.

Yousif et al، 2013. قاموا بدراسة نظرية لمحاكاة وتصميم منظومة تبريد امتصاصية تستخدم محلول (بروميد الليثيوم - ماء) وتعتمد على الطاقة الشمسية كمصدر حراري لمولدها، وتوصلوا الى أن درجة حرارة (80°C) في المولد تعطي أفضل قيمة لمعامل الأداء (0.822) بثبوت قيم بقية المتغيرات التي تتمثل بالمكثف وبالمبخر ووعاء الامتصاص.

A الاشعاع الشمسي النظري عند كثافة هواء تساوي صفر ومعطى في الجدول رقم 1،
 B معامل توهين الغلاف الجوي معطى في الجدول رقم 1.

جدول (1) قيم A - B - C لكل شهر من أشهر السنة.

الشهر	A W/m ²	B لا بعدي	C لا بعدي
Jan	1230	0.142	0.058
Feb	1215	0.144	0.060
Mar	1185	0.156	0.071
April	1136	0.180	0.097
May	1104	0.196	0.121
June	1088	0.205	0.134
July	1085	0.207	0.136
Aug	1107	0.201	0.122
Sept	1152	0.177	0.092
Oct	1193	0.160	0.073
Nov	1221	0.149	0.063
Dec	1234	0.142	0.057

α زاوية ارتفاع الشمس وتحسب من المعادلة:

$$\sin \alpha = \sin L \sin G + \cos L \cos G \cos \omega \quad (6)$$

G : زاوية الانحراف الشمسي (°).
 L : زاوية خط العرض (°).
 ω : الزاوية الساعية (°).

$$G = 23.45 \sin \left[\frac{360}{365} (284 + n) \right] \quad (7)$$

السطحية والوسطى في البركة الشمسية التي تحقق أفضل إستلام للأشعة الشمسية وخرن للحرارة فيها، وكذلك التوصل إلى أفضل معامل أداء لمنظومة التبريد وأفضل مساحة للبركة الشمسية التي تحقق أكبر عدد من ساعات التشغيل لهذه المنظومة.

الموازنة الحرارية والنموذج الرياضي:

1. النموذج الرياضي للبركة الشمسية:

معدل الاشعاع الشمسي اليومي الكلي (H_{all}) الساقط على سطح البركة الافقي يحسب من المعادلة (Duffie et al، 1991):

$$H_{all} = H_B + H_d \quad (1)$$

اذ أن H_B : هي شدة الاشعاع الشمسي المباشر (W/m^2). و H_d : شدة الاشعاع الشمسي المبعثر (W/m^2).

$$H_B = H_{Bn} \sin \alpha \quad (2)$$

H_{Bn} : شدة الاشعاع الشمسي المباشر عند السقوط الحر (W/m^2).

$$H_d = CH_{Bn} F_{SS} \quad (3)$$

F_{SS} : المعامل الزاوي بين السطح والماء.

$$F_{SS} = 0.5 (1 + \cos(s)) \quad (4)$$

(s): زاوية ميل السطح (°).

$$H_{Bn} = Ae^{-\frac{B}{\sin \alpha}} \quad (5)$$

$$\omega(t) = 15(12 - t) \quad (8)$$

وبمكاملة معادلة (9) نحصل على: (Wang et al 1983)

$$\left(-K_w \frac{dT}{dz}\right) + I = C_1 \quad (12)$$

وبتعريف (θ) الفرق بين درجة حرارة المحلول الملحي (T) ومتوسط درجة حرارة الهواء (T_a) وكما مبين بالعلاقة:

$$\theta = T - T_a \quad (13)$$

بتعويض معادلة (13) في (12) نحصل على:

$$\left(-K_w \frac{d\theta}{dz}\right) + I = C_1 \quad (14)$$

وعند تعويض قيمة (I) من معادلة (10) في معادلة (14) وإهمال تأثير تغير الموصلية الحرارية للمحلول الملحي واعتبار ($-K_w$) ثابتة نحصل على المعادلة:

$$-K_w \frac{d\theta}{dz} + \tau H_{all} b \ln \left[\frac{y_o}{\frac{z+d_o}{\cos \theta_r}} \right] = C_1 \quad (15)$$

بمكاملة معادلة (15) نحصل على:

$$-K_w \theta + \tau H_{all} b \ln \left[\frac{(y_o \cos \theta_r)^z}{(z+d_o)^{z+d_o}} + z \right] = C_1 z + C_2 \quad (16)$$

عند السطح الفاصل بين الطبقة السطحية وطبقة اللاحمل.

t : الزمن (hr).

أما بالنسبة للنموذج الرياضي لانتقال الحرارة المستقر في بركة شمسية ووفقاً للفرضيات الآتية (الجودي، 1986؛ Duffie et al، 1991؛ Kalogirou، 2009؛ Wang et al، 1983)

1- إهمال تأثير التغير في الموصلية الحرارية للمحلول الملحي (K_w) واعتبارها ثابتة.

2- إهمال تأثير الاتربة العالقة في الجو والتي قد تترسب في المحلول وتؤثر على كفاءة البركة.

3- إهمال تأثير الرياح التي تحدث موجات عند سطح البركة الشمسية واعتبار معدل فقدان عند السطح ثابت.

4- اعتبار المحلول الملحي في الطبقة السفلية متجانس وغير مقسمة الى طبقات.

لذا تكون المعادلة التفاضلية بالشكل الآتي: (Wang et al، 1983)

$$\frac{d}{dz} \left(-K_w \frac{dT}{dz}\right) + \frac{dI}{dz} = 0 \quad (9)$$

I : معدل الاشعاع الشمسي الواصل إلى الطبقة (z) من البركة ويحسب من المعادلة:

$$I = \tau H_{all} b \ln \left[\frac{y_o}{\frac{z+d_o}{\cos \theta_r}} \right] \quad (10)$$

d_o : سُمك الطبقة السطحية (UCZ).
 θ_r : زاوية انكسار الاشعاع الشمسي .

$$\cos \theta_r = \sin G \sin L + \cos G \cos L \cos \omega \quad (11)$$

$$-\theta_d \left(\frac{1}{\frac{d_i}{K_i} + \frac{d_g}{K_g}} + \frac{k_w}{d} \right) \quad (21)$$

وتحسب كفاءة التحويل للبركة الشمسية كالآتي :

$$\eta = \frac{q_u}{H_{all}} \quad (22)$$

ولإيجاد درجة حرارة الطبقة السفلية (الخازنة للطاقة) في البركة الشمسية عند نهاية كل ساعة يتم اعتماد مبدأ الاتزان الحراري للوصول الى المعادلة التفاضلية الآتية : (Duffie et al, 1991)

(al)

$$\rho A_{LCZ} d_{LCZ} C_p \frac{dT}{dt} = [q_u - q_{load} - (UA_{LCZ})(T_{LCZ} - T_a)] \quad (23)$$

وبأجراء التكامل مع الزمن للمعادلة (23)
نحصل على:

$$T_{LCZ,new} = T_{LCZ,old} + \frac{\Delta T_{LCZ}}{\rho A_{LCZ} d_{LCZ} C_p} \times [q_u - q_{load} - (UA_{LCZ})(T_{LCZ,old} - T_a)] \quad (24)$$

ولإيجاد الحرارة المتجمعة في البركة الشمسية:

$$q_{acum} = Q_l - q_{load} \quad (25)$$

2. الحسابات الرياضية لمنظومة تبريد بروميد

الليثيوم - ماء الامتصاصية:

يتم الاعتماد على معادلات توازن الطاقة والكتلة في التحليل الرياضي لكل جزء من أجزاء منظومة التبريد الامتصاصية: (Duffie et al, 1991)

$$z = 0 \rightarrow T = T_a \rightarrow \theta = 0$$

وعند السطح الفاصل بين طبقة اللاحمل والطبقة السفلية.

$$z = d$$

$$-K_w \frac{d\theta}{dz} + \tau H_{all} b \ln \left[\frac{y_o \cos \theta_r}{z+d_o} \right] = q_u + \frac{\theta_d}{\frac{d_i}{K_i} + \frac{d_g}{K_g}} \quad (17)$$

$$C_2 = -\tau H_{all} d_o b \ln[d_o] \quad (18)$$

$$C_1 = q_u + \frac{\theta_d}{\frac{d_i}{K_i} + \frac{d_g}{K_g}} \quad (19)$$

وإذا تم تعويض (z بـ d) نحصل على درجة الحرارة المطلوبة في البركة الشمسية (θ_d) كما يأتي :

$$\theta_d = \left[-q_u d + H_{all} \tau b \left(d + \ln \left[\frac{d_o^{d_o} (y_o \cos \theta_r)^d}{(d+d_o)^{d+d_o}} \right] \right) \right] \times \left[\frac{\frac{d_i}{K_i} + \frac{d_g}{K_g}}{d + k_w \left(\frac{d_i}{K_i} + \frac{d_g}{K_g} \right)} \right] \quad (20)$$

بالتالي يمكن حساب كمية الحرارة المفيدة في البركة (q_u) :

$$q_u = H_{all} \tau b \left(1 + \frac{1}{d} \ln \left[\frac{d_o^{d_o} (y_o \cos \theta_r)^d}{(d+d_o)^{d+d_o}} \right] \right)$$

ويمكن الحصول على تدفق كتلة المحلول المخفف:

$$\dot{m}_{ws,5} = \frac{X_{ss,10}}{X_{ws,5} + X_{ss,10}} \dot{m}_{w,4} \quad (36)$$

المكثف: يكون اتزان الطاقة في المكثف: (2003)،
(Dincer

$$\dot{m}_{w,1} = \dot{m}_{w,2}$$

$$Q_c = \dot{m}_{w,1} (h_{w,1} - h_{w,2}) \quad (37)$$

صمام التمدد: يُحسب اتزان الكتلة في الصمام:
(Dincer, 2003)

$$\dot{m}_{w,2} = \dot{m}_{w,3}$$

$$h_{w,2} = h_{w,3} \quad (38)$$

$$h_{ss,9} = h_{ss,10} \quad (39)$$

المبخر: يُحسب اتزان الطاقة في المبخر:
(Duffie et al, 1991)

$$Q_e = \dot{m}_{w,4} h_{w,4} - \dot{m}_{w,3} h_{w,3} \quad (40)$$

$$\dot{m}_{w,1} = \dot{m}_{w,3} = \dot{m}_{w,4}$$

$$Q_e = \dot{m}_{w,1} (h_{w,4} - h_{w,3}) \quad (41)$$

ويحسب تدفق كتلة ماء التبريد من اتزان الطاقة للمبخر:

المولد: معادلة اتزان الطاقة للمولد تعطي:
(Kalogirou, 2009)

$$Q_g = \dot{m}_{w,1} h_{w,1} + \dot{m}_{ss,8} h_{ss,8} - \dot{m}_{ws,7} h_{ws,7} \quad (26)$$

و تُحسب معادلة اتزان الكتلة في المولد:

$$\dot{m}_{ws,7} = \dot{m}_{w,1} + \dot{m}_{ss,8} \quad (27)$$

ويحسب اتزان الكتلة لمعدل التدوير لبروميد الليثيوم:

$$\dot{m}_{ws,7} X_{ws,7} = \dot{m}_{ss,8} X_{ss,8} \quad (28)$$

$$\dot{m}_{w,1} = \dot{m}_{w,2} = \dot{m}_{w,3} = \dot{m}_{w,4} \quad (29)$$

$$\dot{m}_{ws,7} = \dot{m}_{ws,6} = \dot{m}_{ws,5} \quad (30)$$

$$\dot{m}_{ss,8} = \dot{m}_{ss,9} = \dot{m}_{ss,10} \quad (31)$$

$$X_{w,1} = X_{w,2} = X_{w,3} = X_{w,4} = 0 \quad (32)$$

$$X_{ws,5} = X_{ws,6} = X_{ws,7} = X_{ws} \quad (33)$$

$$X_{ss,8} = X_{ss,9} = X_{ss,10} = X_{ss} \quad (34)$$

ومن تعويض (27) في (28) نحصل على تدفق كتلة المحلول المركز: (2009)؛
(Kalogirou

$$\dot{m}_{ss,8} = \frac{X_{ws,7}}{X_{ss,8} + X_{ws,7}} \dot{m}_{w,1} \quad (35)$$

المبادل الحراري: يُحسب ائزان الطاقة في المبادل: (Kalogirou؛ 2009)

$$Q_{hx} = \dot{m}_{ss,8} (h_{ss,8} - h_{ss,9}) = \dot{m}_{ws,7} (h_{ws,7} - h_{ws,6}) \quad (48)$$

أما فعالية المبادل الحراري فتكون:

$$\frac{E_{hx}}{T_g - T_9} = \frac{T_g - T_9}{T_g - T_6} \quad (49)$$

$$(T_{abs} = T_6 = T_5)$$

ومن فعالية المبادل الحراري:

$$T_9 = T_g - E_{hx} (T_g - T_{abs}) \quad (50)$$

معامل أداء المنظومة: يكون معامل أداء المنظومة (cop): (Kalogirou؛ 2009)

$$cop = \frac{Q_e}{Q_g} = \frac{\dot{m}_{w,1} (h_{w,4} - h_{w,3})}{\dot{m}_{w,1} h_{w,1} + \dot{m}_{ss,8} h_{ss,8} - \dot{m}_{ws,7} h_{ws,7}} \quad (51)$$

نتائج تصميم البركة الشمسية وعمل

منظومة التبريد الامتصاصية ومحاكاتها:

أجريت الدراسة في عام 2015 و تحديداً بالأشهر (أيار - حزيران - تموز - آب - أيلول) وتركزت حول بيان تأثير بعض المتغيرات على ظروف البناء والتصميم للمنظومة، والتي تتلخص بما يأتي:

$$\dot{m}_{w,1} = \frac{Q_e}{(h_{w,4} - h_{w,3})} \quad (42)$$

مضخة المحلول: تحسب معادلة المضخة:

$$\dot{m}_{ws,6} (h_{ws,6} - h_{ws,5}) \quad (43)$$

$$w_p =$$

أن طاقة المضخة قليلة جداً إذا ما قورنت بطاقة المولد لذا سوف تُهمل:

$$0 = \dot{m}_{ws,6} (h_{ws,6} - h_{ws,5}) \quad (44)$$

$$h_{ws,6} = h_{ws,5}$$

وعاء الامتصاص: يُحسب ائزان الطاقة للوعاء: (الجودي، 1986)

$$Q_{abs} = \dot{m}_{w,4} h_{w,4} + \dot{m}_{ss,10} h_{ss,10} - \dot{m}_{ws,5} h_{ws,5} \quad (45)$$

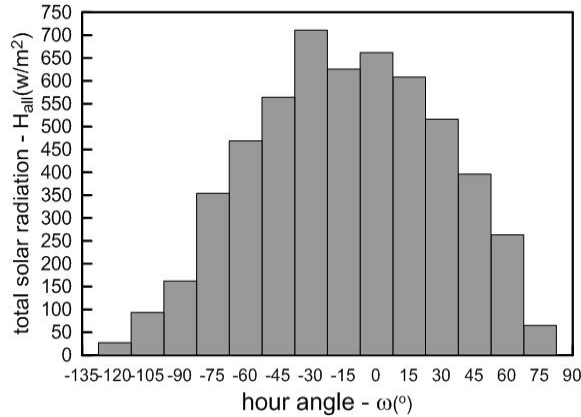
وبتعويض

$$(h_{ws,6} = h_{ws,5}) \text{ و } (h_{ss,9} = h_{ss,10}) \text{ من (27) و (28) نحصل على: (الجودي، 1986)}$$

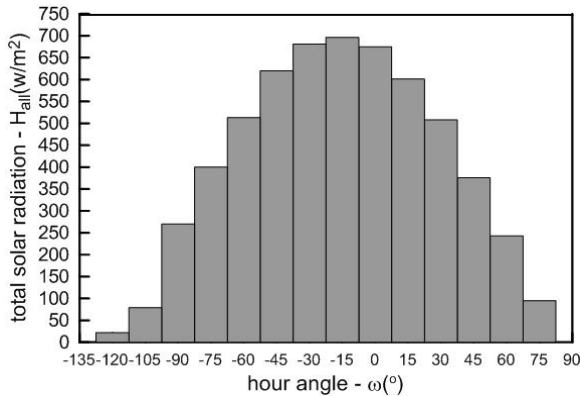
$$Q_{abs} = \dot{m}_{w,4} h_{w,4} + \dot{m}_{ss,10} h_{ss,9} - \dot{m}_{ws,5} h_{ws,6} \quad (46)$$

وبالتالي يمكن حساب ائزان الطاقة الكلية: (الجودي، 1986)

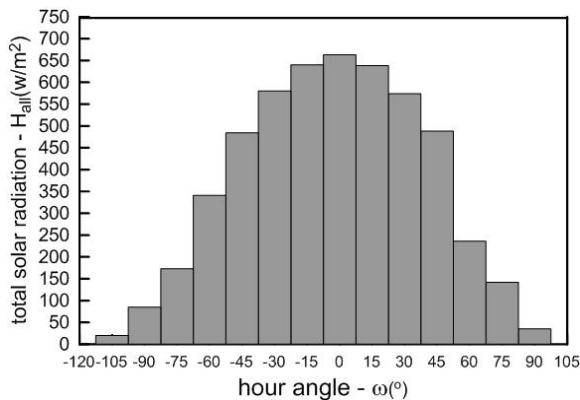
$$Z = Q_g + Q_e - Q_c - Q_{abs} \quad (47)$$



شكل (3) معدل التغير في شدة الاشعاع الشمسي المقاس لشهر أيار مع تغير قيمة الزاوية الساعية.



شكل (4) معدل التغير في شدة الاشعاع الشمسي المقاس لشهر حزيران مع تغير قيمة الزاوية الساعية.



شكل (5) معدل التغير في شدة الاشعاع الشمسي المقاس لشهر تموز مع تغير قيمة الزاوية الساعية.

1. حساب معدل الاشعاع الشمسي اليومي الوسطي الساقط على سطح البركة الافقي:

تقع البركة الشمسية في مدينة تكريت على خط عرض ($L = 34.5^\circ$) وللحصول على كمية الطاقة الواصلة من الشمس الى منطقة الدراسة توجب قياس شدة الاشعاع الشمسي الساقط على المتر المربع من السطح الأفقي للبركة الشمسية لكل ساعة وإيجاد المعدل اليومي لها، ومن القيم العملية المقاسة في مدينة تكريت بواسطة منظومة القياس (PORTLOG) في قسم الهندسة الميكانيكية، تم الحصول على قيم الذروة والمعدل اليومي لشدة الاشعاع الشمسي لكل شهر من الأشهر المدروسة ومعدل عدد ساعات السطوع المبينة في الجدول رقم 2 والموضحة في الأشكال 3، 4، 5، 6، 7.

جدول رقم (2) يبين قيم الذروة والمعدل اليومي لشدة الاشعاع الشمسي ومعدل عدد ساعات السطوع للأشهر المدروسة.

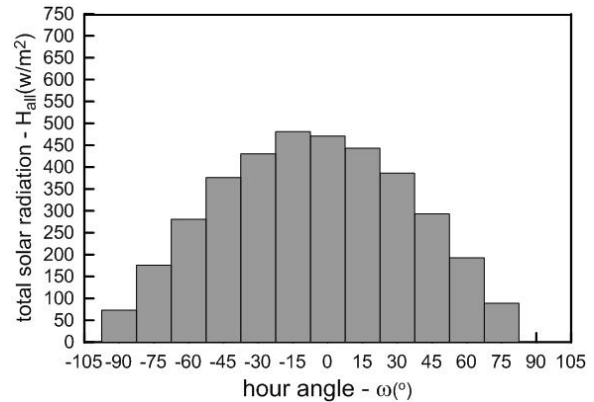
معدل الاشعاع الشمسي H_{all} اليومي [W/m ²]	ذروة شدة الاشعاع الشمسي H_{all} [W/m ²]	معدل عدد ساعات سطوع الشمس	الشهر
5516	711	13 ساعة	أيار
5757	696	13 ساعة	حزيران
5109	663	14 ساعة	تموز
3692	481	12 ساعة	أب
3379	463	11 ساعة	أيلول

التموجات في هذه الطبقة، (Prasad، 1996)؛
السلبي في بناء وتصميم البرك الشمسية فإن تأثير
السماكة لهذه الطبقة على معدل كمية الحرارة
المفيدة في البركة الشمسية (q_u) ومدى تأثير
ذلك على كفاءة التحويل (η) للبركة الشمسية قد
تمت دراستها وفق المواصفات والشروط الحديثة
المذكورة في جدول رقم 3.

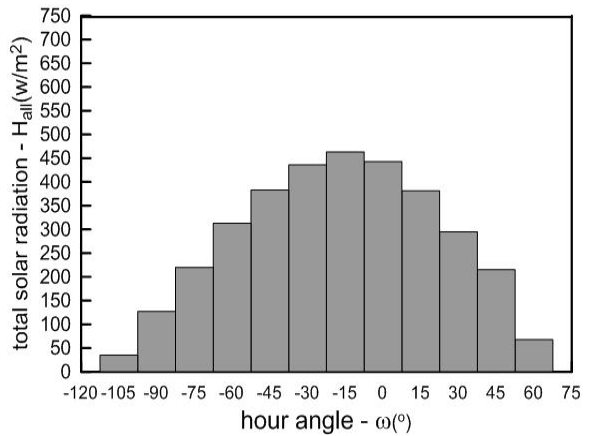
جدول (3) المواصفات والشروط الحديثة للبركة
الشمسية.

نموذج لبركة شمسية تقع في مدينة تكريت عند خط عرض $L=34.5^\circ$	
ملح كلوريد الصوديوم	نوع الملح المستخدم لملء البركة الشمسية
$S = 260 \text{ [Kg/m}^3\text{]}$	تركيز الملح في قمة الطبقة الخازنة للحرارة
الستيروفوم (البوليسترين الرغوي)	نوع المادة العازلة اسفل وجوانب البركة الشمسية
$= 0.10 \text{ [m]}d_i$	سماكة المادة العازلة اسفل وجوانب البركة
$= 0.036 \text{ [W/mc}^\circ\text{]}K_i$	عامل التوصيل الحراري للمادة العازلة
الطمي الجاف $= 5.00 \text{ [m]}d_g$	نوع التربة في قاع وجوانب البركة الشمسية وسماكتها
$= 1.28 \text{ [W/mc}^\circ\text{]}K_g$	التوصيل الحراري للتربة

كما تم اختبار سماكات مختلفة لطبقة الحمل
عن طريق بناء برنامج متكامل بلغة (فورتران
90) وترجمة جميع النماذج الرياضية الى لغة
الحاسوب واعتماد القيم المقاسة في موقع الدراسة



شكل (6) معدل التغير في شدة الاشعاع الشمسي
المقاس لشهر آب مع تغير قيمة الزاوية الساعية.

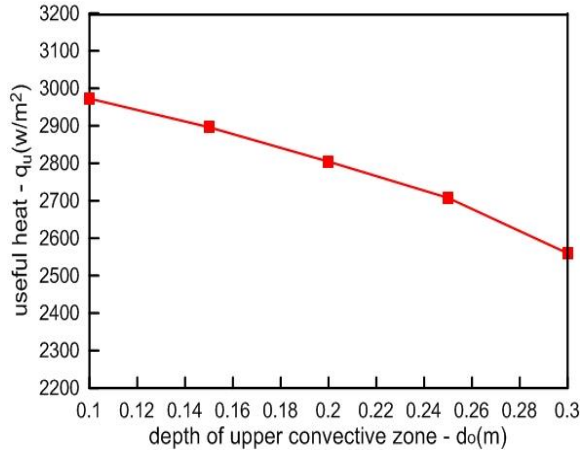


شكل (7) معدل التغير في شدة الاشعاع الشمسي
المقاس لشهر أيلول مع تغير قيمة الزاوية الساعية.

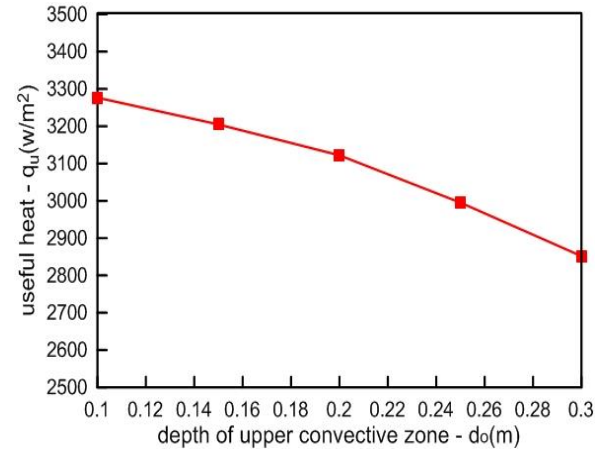
2. حساب تأثير سماكة الطبقة السطحية (d_o)
على كمية الحرارة المفيدة وكفاءة التحويل
للبركة الشمسية:

للحصول على أفضل عملية استلام للأشعة
الشمسية وتجميعها تتم دراسة طبقة الحمل
السطحية (UCZ) وإيجاد السماكة المثلى
لهذه الطبقة، وهي طبقة قليلة الملوحة تؤثر سلباً
على عملية تجميع الأشعة الشمسية لكونها تعكس
جزءاً من الطاقة الشمسية الساقطة على السطح
الاقفي للبركة الشمسية وذلك نتيجة لحدوث

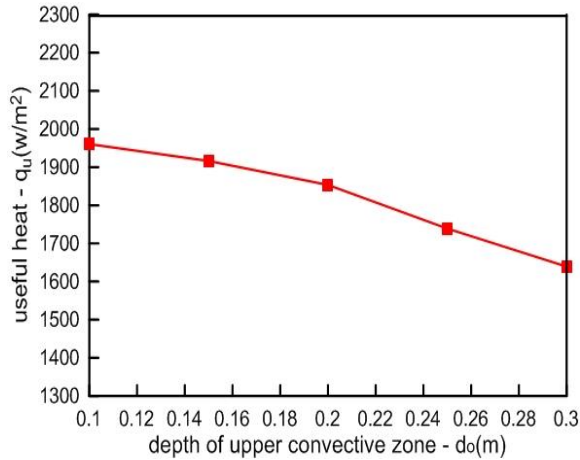
مدينة تكريت) (شدة الاشعاع الشمسي وسرعة واتجاه الرياح والرطوبة النسبية)، ونتائج هذه الدراسة توضحها الاشكال 8، 9، 10، 11، 12.



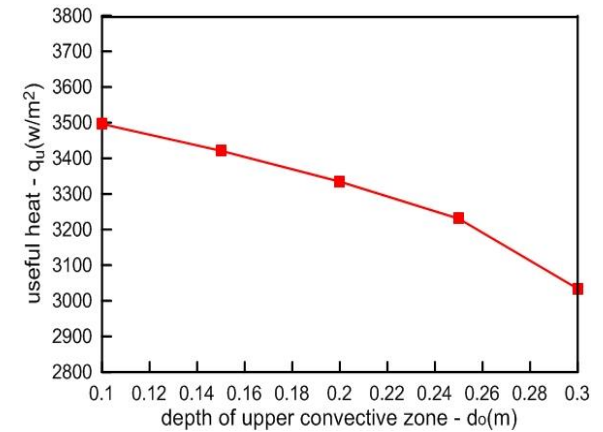
شكل (10) التغير في معدل كمية الحرارة المفيدة لشهر تموز مع تغير سماكة طبقة الحمل السطحية.



شكل (8) التغير في معدل كمية الحرارة المفيدة لشهر أيار مع تغير سماكة طبقة الحمل السطحية.

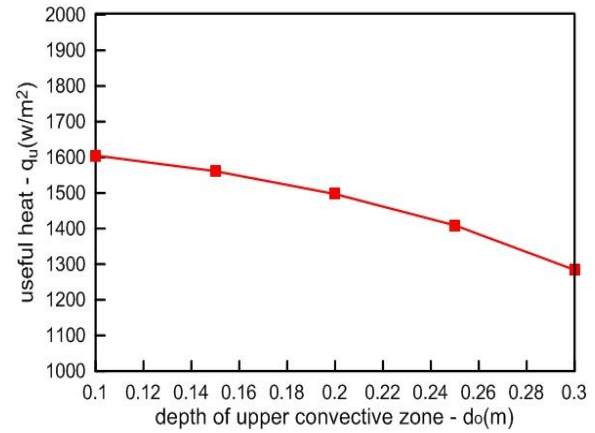
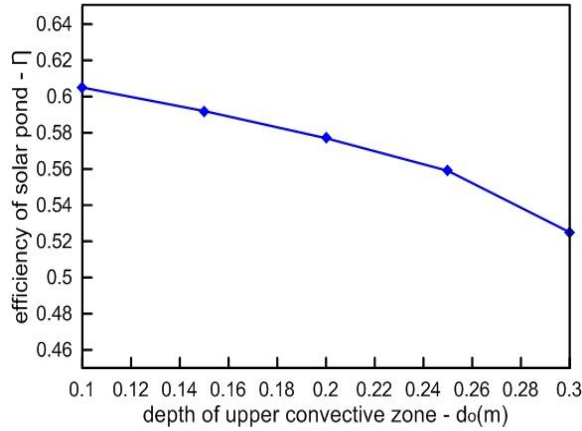


شكل (11) التغير في معدل كمية الحرارة المفيدة لشهر آب مع تغير سماكة طبقة الحمل السطحية.



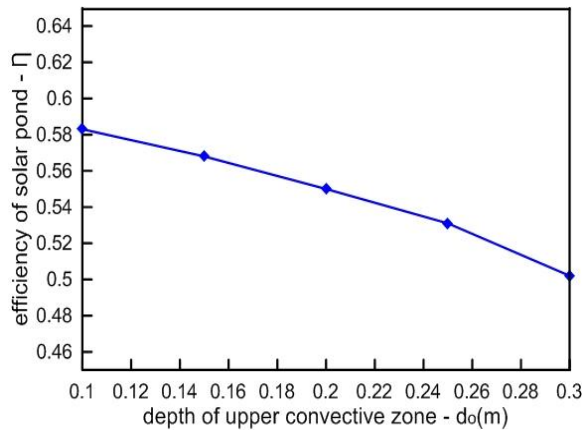
شكل (9) التغير في معدل كمية الحرارة المفيدة لشهر حزيران مع تغير سماكة طبقة الحمل السطحية.

شكل (13) التغير في كفاءة التحويل للبركة الشمسية لشهر أيار مع تغير سماكة طبقة الحمل السطحية.



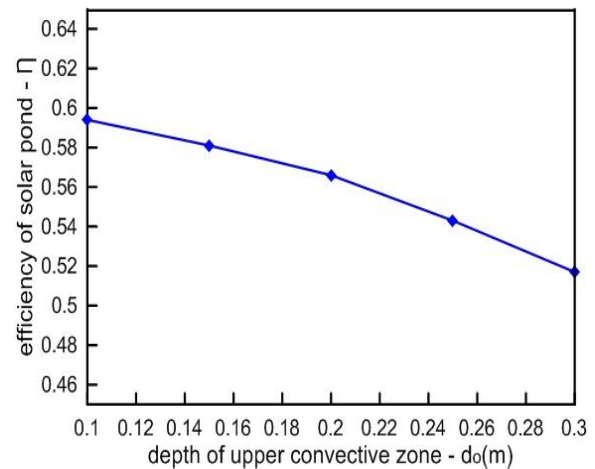
شكل (12) التغير في معدل كمية الحرارة المفيدة لشهر أيلول مع تغير سماكة طبقة الحمل السطحية.

شكل (14) التغير في كفاءة التحويل للبركة الشمسية لشهر حزيران مع تغير سماكة طبقة الحمل السطحية.

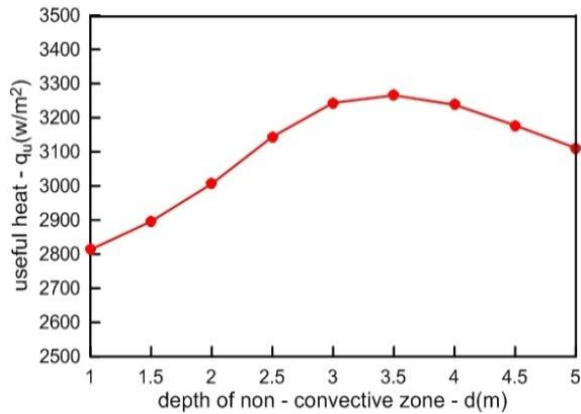


إذ أظهرت جميع الاشكال أن القيمة العظمى لمعدل كمية الحرارة المفيدة كانت قرب السماكة (0.15 – 0.1 m) ويلاحظ بعدها انخفاض معدل كمية الحرارة المفيدة مع الاستمرار في زيادة السماكة للطبقة السطحية. كما بينت الاشكال 13، 14، 15، 16، 17 ان أعلى كفاءة تحويل للبركة الشمسية كانت بين (0.61) في شهر حزيران و (0.47) في شهر أيلول وكانت عند نفس السماكات التي أعطت أعلى معدل لكمية الحرارة المفيدة (0.15 – 0.1 m).

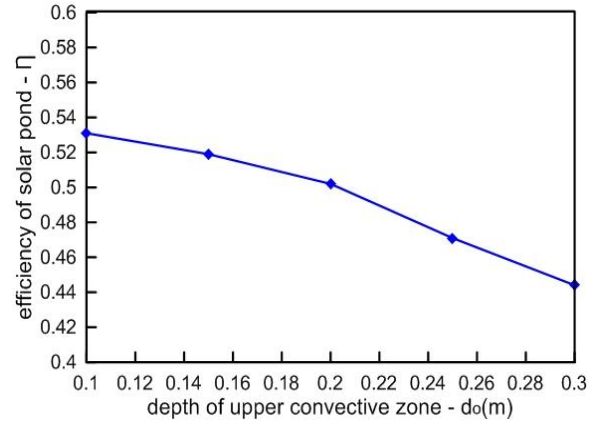
شكل (15) التغير في كفاءة التحويل للبركة الشمسية لشهر تموز مع تغير سماكة طبقة الحمل السطحية.



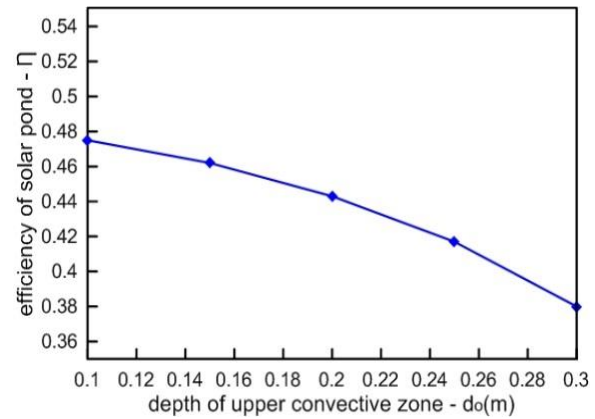
عدد من المناطق وتوزيع المحلول الملحي فيها بشكل مناسب، كان لا بد من دراسة و تحديد السماكة المثلى لهذه الطبقة وحساب مدى تأثيرها على كمية الحرارة المفيدة وكفاءة التحويل في البركة الشمسية، وقد أُجري الاختبار على سماكات مختلفة لطبقة اللاحمل وذلك وفق المواصفات والشروط المذكورة في جدول رقم 3. إذ أشارت النتائج الموضحة بالأشكال 18، 19، 20، 21، 22 إلى تغير كمية الحرارة المفيدة في البركة الشمسية (q_u) مع تغير سماكة الطبقة الوسطى، وأن القيمة العظمى لمعدل كمية الحرارة المفيدة كانت قرب السماكة (3.0 – 4.0 m) في جميع الأشكال ثم تصبح الزيادة بعد هذه السماكة غير مجدية.



شكل (18) التغير في معدل كمية الحرارة المفيدة لشهر أيار مع تغير سماكة الطبقة الوسطى.



شكل (16) التغير في كفاءة التحويل للبركة الشمسية لشهر آب مع تغير سماكة طبقة الحمل السطحية.

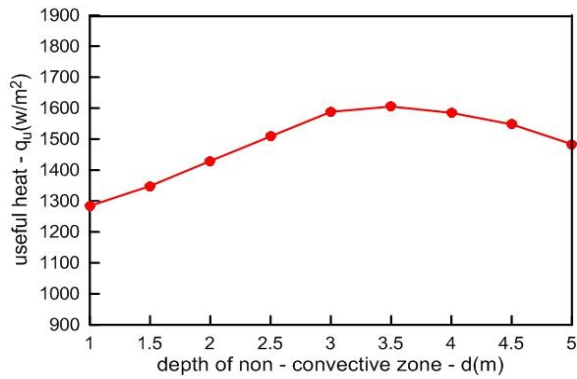


شكل (17) التغير في كفاءة التحويل للبركة الشمسية لشهر أيلول مع تغير سماكة طبقة الحمل السطحية.

لذا يجب أن تكون سماكة الطبقة السطحية أقل ما يمكن عند بناء وتصميم البركة الشمسية لغرض الحصول على أعظم قيمة لمعدل كمية الحرارة المفيدة، وأمثلة كفاءة تحويل للبركة الشمسية.

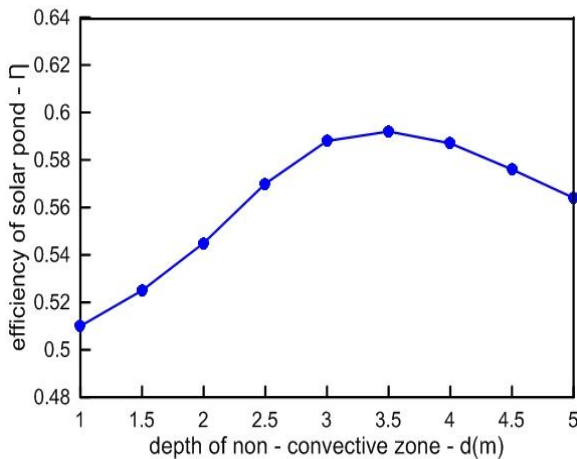
3. حساب تأثير سماكة طبقة اللاحمل (d) على كمية الحرارة المفيدة وكفاءة التحويل للبركة الشمسية:

إن أهم ما يميز طبقة اللاحمل (NCZ) هو وجود تدرج في الملوحة والحرارة معاً (1964، Weinberger)، ولغرض تقسيم هذه الطبقة إلى

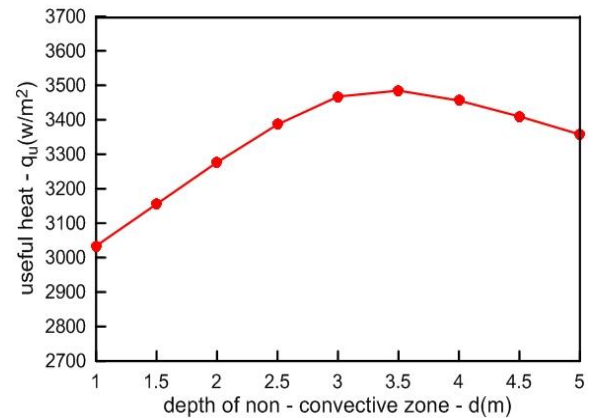


شكل (22) التغير في معدل كمية الحرارة المفيدة لشهر أيلول مع تغير سماكة الطبقة الوسطى.

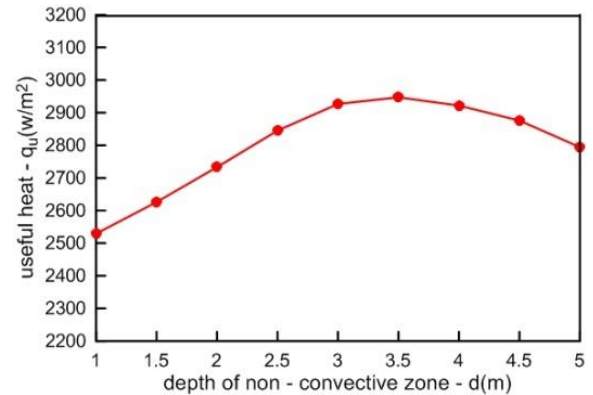
كما بينت الأشكال 23، 24، 25، 26، 27 تغير كفاءة التحويل للبركة الشمسية (η) مع تغير سماكة طبقة اللاحمل وأن أعلى كفاءة تحويل كانت عند السماكة (4.0 – 3.0 m) .



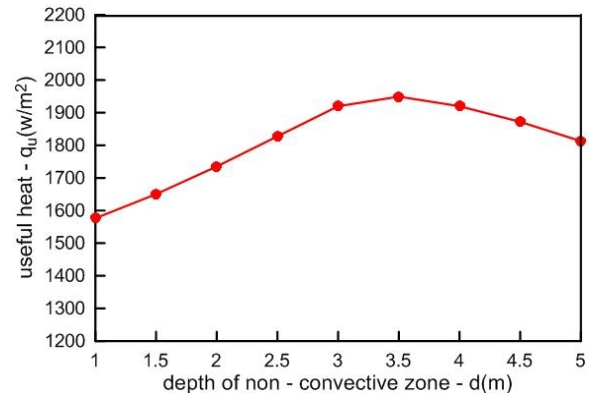
شكل (23) التغير في كفاءة التحويل للبركة الشمسية لشهر أيار مع تغير سماكة الطبقة الوسطى.



شكل (19) التغير في معدل كمية الحرارة المفيدة لشهر حزيران مع تغير سماكة الطبقة الوسطى.

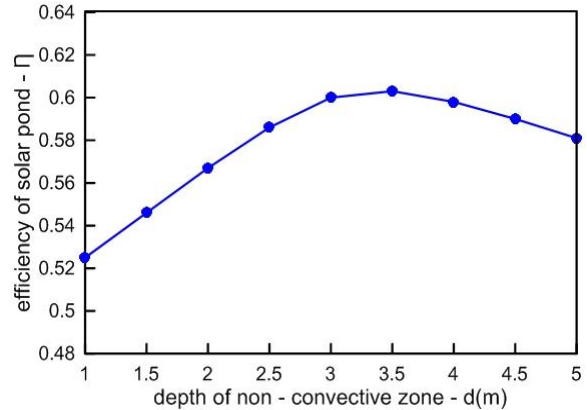
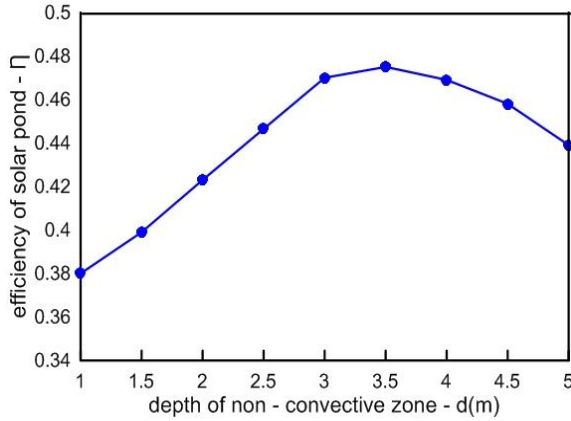


شكل (20) التغير في معدل كمية الحرارة المفيدة لشهر تموز مع تغير سماكة الطبقة الوسطى.



شكل (21) التغير في معدل كمية الحرارة المفيدة لشهر آب مع تغير سماكة الطبقة الوسطى.

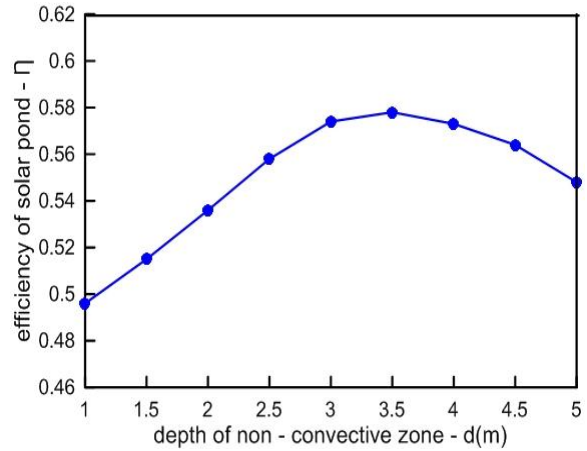
شكل (26) التغير في كفاءة التحويل للبركة الشمسية لشهر آب مع تغير سماكة الطبقة الوسطى.



شكل (24) التغير في كفاءة التحويل للبركة الشمسية لشهر حزيران مع تغير سماكة الطبقة الوسطى.

شكل (27) التغير في كفاءة التحويل للبركة الشمسية لشهر أيلول مع تغير سماكة الطبقة الوسطى.

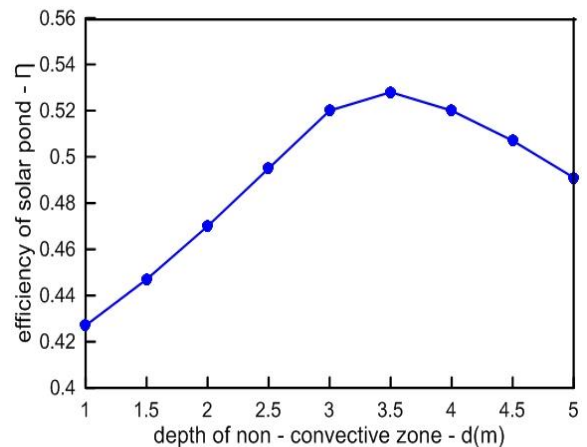
لذا فعند بناء وتصميم بركة شمسية في مدينة تكريت يجب السعي دوماً لجعل سماكة الطبقة السطحية وطبقة اللاحمل قرب السماكات المذكورة وذلك للحصول على كمية حرارة كبيرة وكفاءة عالية للبركة الشمسية.



4. حساب تأثير التغير في مساحة البركة الشمسية على عدد ساعات عمل المنظومة:

لغرض ايجاد عدد ساعات العمل للمنظومة والتي تبدأ بعد وصول درجة الحرارة في أسفل البركة الشمسية إلى الدرجة التي يعمل بها مولد الدورة الامتصاصية (65 °C)، اختيرت مساحات مختلفة للبركة الشمسية وهي (80x80 m²)، (100x90 m²)، و (90x90 m²) ومن ثم طبقت الظروف المقاسة للأشهر المدروسة على كل مساحة من المساحات المختارة تارة بوجود حمل التبريد وتارة أخرى بدون (اي اطفاء الدورة الامتصاصية وترك البركة تعمل بدون سحب الحرارة منها)، للوصول إلى أفضل

شكل (25) التغير في كفاءة التحويل للبركة الشمسية لشهر تموز مع تغير سماكة الطبقة الوسطى.



7	80	96	90x90	أيار
8	78	98	90x90	حزيران
7	74	97	90x90	تموز
5	71	87	90x90	آب
3	69	85	90x90	أيلول

جدول رقم (6) عدد ساعات العمل لمنظومة التبريد الامتصاصية ومعدل درجات الحرارة العظمى بوجود الحمل وبدونه لبركة شمسية بمساحة (100x100 m²).

الشهر	المساحة [m ²]	درجة الحرارة العظمى بدون الحمل (°C)	درجة الحرارة العظمى بوجود الحمل (°C)	عدد ساعات عمل المنظومة
أيار	100x100	98	83	10
حزيران	100x100	99	82	11
تموز	100x100	98	77	9
آب	100x100	89	75	7
أيلول	100x100	87	72	6

اذ يتضح من خلالها أن المساحة (100x100 m²) تكون كافية لجعل منظومة التبريد الامتصاصية ذات السعة (75 kW) تعمل ما بين (6 - 11) ساعة يومياً وتناسب بشكل كبير أوقات الشغل الفعلي للحيز المراد تكييفه (قاعة المطالعة في بناية المكتبة المركزية).

5. حساب تأثير التغير في المساحة على كمية الطاقة المتجمعة في البركة الشمسية:

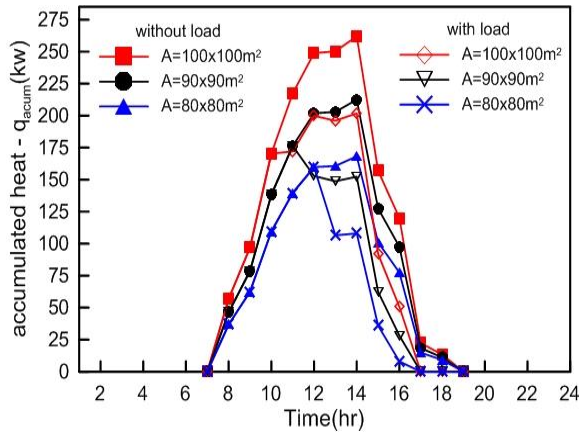
مساحة تغطي ساعات العمل المطلوبة ونتائج هذه الدراسة مبينة بالجداول 4، 5، 6.

جدول رقم (4) عدد ساعات العمل لمنظومة التبريد الامتصاصية ومعدل درجات الحرارة العظمى بوجود الحمل وبدونه لبركة شمسية بمساحة (80x80 m²).

الشهر	المساحة [m ²]	درجة الحرارة العظمى بدون الحمل (°C)	درجة الحرارة العظمى بوجود الحمل (°C)	عدد ساعات عمل المنظومة
أيار	80x80	93	78	6
حزيران	80x80	96	75	6
تموز	80x80	95	71	5
آب	80x80	85	69	3
أيلول	80x80	83	67	1

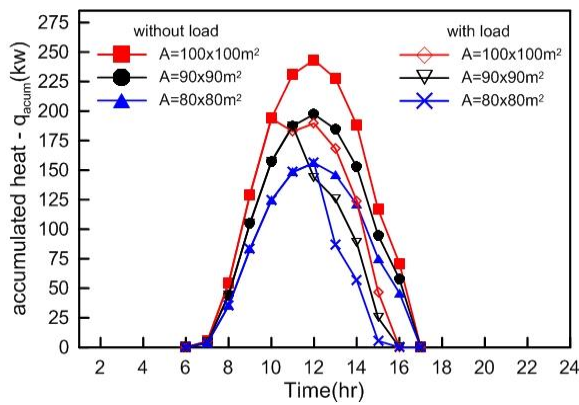
جدول رقم (5) عدد ساعات العمل لمنظومة التبريد الامتصاصية ومعدل درجات الحرارة العظمى بوجود الحمل وبدونه لبركة شمسية بمساحة (90x90 m²).

الشهر	المساحة [m ²]	درجة الحرارة العظمى بدون الحمل (°C)	درجة الحرارة العظمى بوجود الحمل (°C)	عدد ساعات عمل المنظومة
أيار	90x90	93	78	6
حزيران	90x90	96	75	6
تموز	90x90	95	71	5
آب	90x90	85	69	3
أيلول	90x90	83	67	1

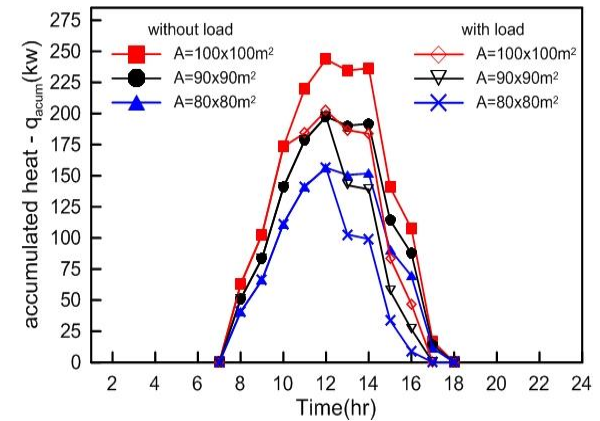


شكل (29) معدل تغير كمية الحرارة المتجمعة لشهر حزيران بوجود الحمل وبدونه مع تغير مساحة البركة الشمسية.

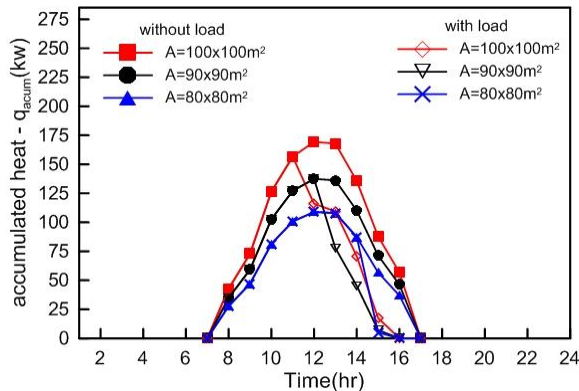
تمت دراسة تأثير التغير في مساحة البركة الشمسية على كمية الطاقة الحرارية المتجمعة فيها، والتي تعطي الصورة النهائية عن صافي الطاقة التي تتجمع كفائض يمكن تخزينه في البركة والاستفادة منه في ديمومة العمل عندما تقل شدة الاشعاع الشمسي عن الكمية المطلوبة أو عند غياب الاشعاع تماماً أثناء الليل ولنفس المساحات المختارة في الفقرة رقم 4، طبقت الظروف المقاسة للأشهر المدروسة على كل مساحة بوجود حمل التبريد وبدونه، إذ أوضحت النتائج المبينة بالأشكال 28، 29، 30، 31، 32 تغير كمية الحرارة المتجمعة مع تغير مساحة البركة الشمسية.



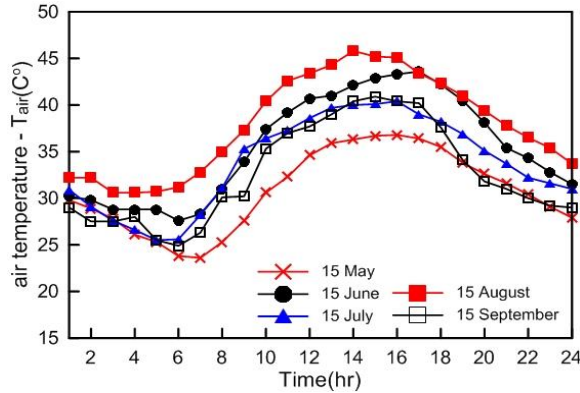
شكل (30) معدل تغير كمية الحرارة المتجمعة لشهر تموز بوجود الحمل وبدونه مع تغير مساحة البركة الشمسية.



شكل (28) معدل تغير كمية الحرارة المتجمعة لشهر أيار بوجود الحمل وبدونه مع تغير مساحة البركة الشمسية.



المتجمعة فيها وهذا يؤدي إلى الاسراع في وصول البركة إلى درجة الحرارة المطلوبة في المولد وبالتالي زيادة ساعات العمل للمنظومة مع الأخذ بعين الاعتبار تأثير معدل التغير في درجة حرارة الهواء المحيط للأشهر المدروسة والتي يبينها الشكل 33.

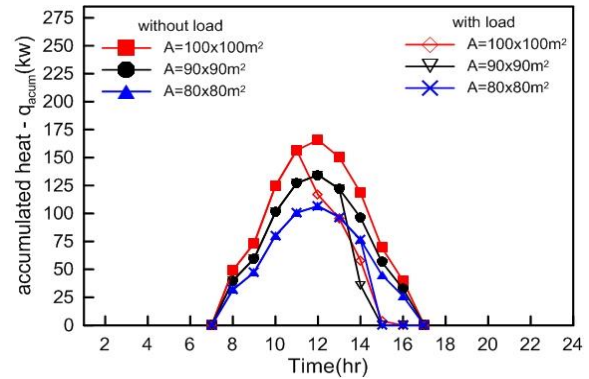


شكل (33) معدل التغير في درجة حرارة الهواء المحيط مع تغير ساعات العمل للأشهر المدروسة.

6. حساب تأثير التغير في درجة الحرارة على قيمة معامل الأداء (COP) وعدد ساعات العمل لدورة التبريد الامتصاصية:

تم حساب قيم معامل الأداء عند ظروف التشغيل المحددة للمولد والمكثف والمبخر ووعاء الامتصاص من خلال برنامج محاكاة المنظومة الامتصاصية إذ تُظهر الأشكال 34، 35، 36 تغير درجة حرارة المولد للمدى (65 - 73 °C)، و (74 - 80)، و (81 - 90) على التوالي وتغير درجة الحرارة في المكثف والمبخر ووعاء الامتصاص مع تغير قيم معامل الأداء (COP).

شكل (31) يبين معدل تغير كمية الحرارة المتجمعة لشهر آب بوجود الحمل وبدونه مع تغير مساحة البركة الشمسية.

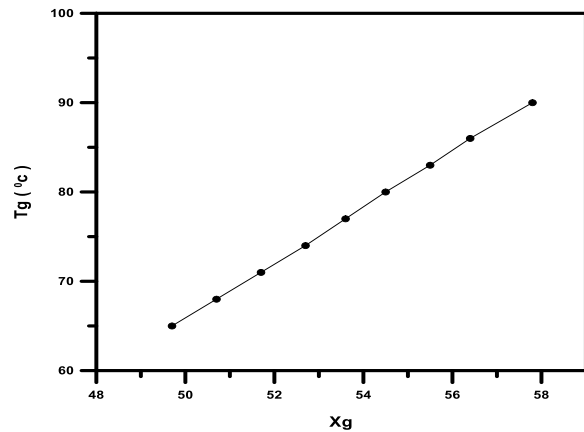


شكل (32) يبين معدل تغير كمية الحرارة المتجمعة لشهر أيلول بوجود الحمل وبدونه مع تغير مساحة البركة الشمسية.

إذ يبدأ تجميع الطاقة الحرارية في البركة الشمسية مع شروق الشمس وتزداد كمية الطاقة المتجمعة بزيادة شدة الأشعاع إلى منتصف النهار ثم تنخفض بانخفاض شدة الأشعاع لتعود إلى الصفر عند نهاية النهار، لوحظ أن منحنى تجميع الحرارة بوجود الحمل أو بدونه يتطابق تماماً عند ساعات النهار الأولى وهذا يدل على أن المنظومة لم تبدأ العمل بعد وليس هناك سحب للحرارة من البركة الشمسية، ثم يفصل المنحنيان لكل مساحة معينة (بوجود الحمل وبدونه) عن بعضهما عند بدء اشتغال دورة التبريد الامتصاصية نتيجة سحب الحرارة من البركة الشمسية ودخول تأثير الحمل الحراري للحيز المكيف في الساعة نفسها التي تصل فيها البركة إلى درجة حرارة (65 °C) وهذا يعني أن البركة الشمسية توفر طاقة حرارية فائضة عن ما هو مطلوب لحمل التكييف قبل وصول درجة الحرارة فيها إلى (65 °C) والتي يبدأ عندها مولد الدورة بالعمل، كما لوحظ ان زيادة مساحة البركة الشمسية تؤدي إلى زيادة كمية الحرارة

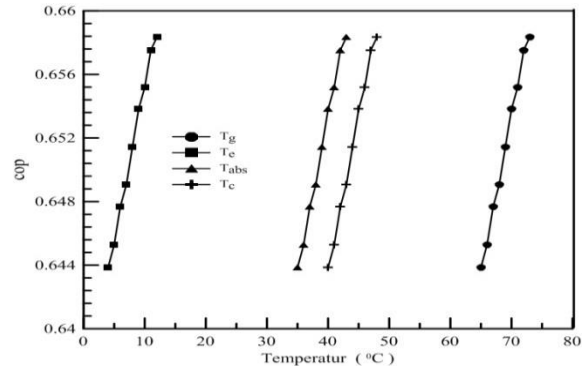
شكل (36) التغير في درجة حرارة المولد للمدى (81 - 90) وتغير درجة الحرارة في المكثف والمبخر ووعاء الامتصاص مع تغير قيم معامل الأداء.

لوحظ أنه كلما ازدادت درجة الحرارة في المولد تزداد قيمة معامل الأداء لتصل إلى أعلى قيمة لها والتي بلغت (0.69) عند درجة حرارة تساوي (90 °C) في المولد وكانت ضمن المدى المحدد لمعامل أداء المنظومة الامتصاصية، كما لوحظ أنه كلما قلت درجة الحرارة المطلوبة في المولد تقل قيمة معامل الأداء وتزداد عدد ساعات العمل للمنظومة وهذا يعود لكون المولد هو أول جزء في الدورة الامتصاصية يتسلم الحرارة من البركة الشمسية، فكلما انخفضت درجة حرارته ازدادت عدد ساعات التجهيز من البركة الشمسية وبهذا تزداد عدد ساعات العمل للمنظومة، كما يبين الشكل 37 التغير في درجة الحرارة للمولد (T_g) مع تغير نسبة تركيز المحلول المركز (X_g).

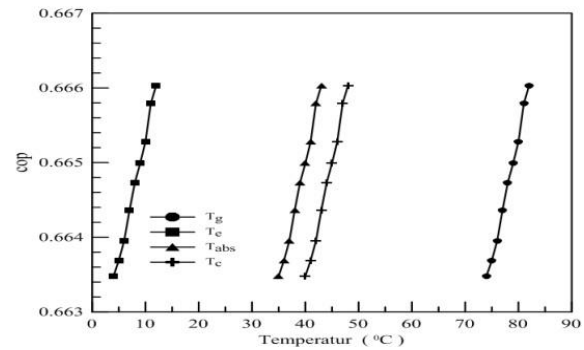


شكل (37) التغير في درجة حرارة المولد مع تغير نسبة التركيز للمحلول المركز.

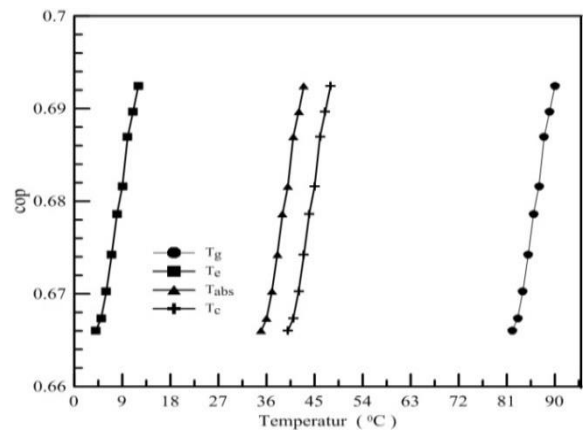
إذ وجد أنه عند زيادة درجة حرارة المولد تؤدي إلى ازدياد نسبة تركيز بروميد الليثيوم (X_g) في المحلول المركز، كما وجد أن أعلى قيمة لنسبة التركيز لبروميد الليثيوم (X_g) كانت عند درجة حرارة (90 °C) في المولد وتساوي (57.8 %)



شكل (34) التغير في درجة حرارة المولد للمدى (65 °C - 73) وتغير درجة الحرارة في المكثف والمبخر ووعاء الامتصاص مع تغير قيم معامل الأداء.



شكل (35) التغير في درجة حرارة المولد للمدى (74 °C - 80) وتغير درجة الحرارة في المكثف والمبخر ووعاء الامتصاص مع تغير قيم معامل الأداء.



تعمل بمائع (بروميد الليثيوم - ماء) باستخدام نظام المحاكاة، ومن خلال الدراسة والتحليل واستخراج النتائج تم استنتاج الآتي:

• أظهرت النتائج فعالية البركة الشمسية من حيث معدل كمية الحرارة المفيدة وكفاءة التحويل عند سماكة تتراوح بين (0.15 – 0.1 m) للطبقة السطحية في البركة الشمسية.

• وجد أن زيادة سماكة الطبقة الوسطى يؤدي إلى زيادة معدل كمية الحرارة المفيدة وكفاءة التحويل في البركة الشمسية، وبعد حد معين لتلك السماكة يبدأ معدل كمية الحرارة والكفاءة بالتناقص تدريجياً وتكون الزيادة في السماكة بعد هذا الحد غير مجدية، وعند البحث توصلنا إلى سماكة مثلى للطبقة الوسطى في البركة الشمسية تتراوح بين (3.0 – 4.0 m).

• بينت النتائج أن مساحة (100x100 m²) من بركة شمسية في مدينة تكريت تكون مناسبة لتجهز كمية كافية من الحرارة لتشغيل منظومة تبريد امتصاصية سعتها (75 kW) تعمل لتكييف الفضاء المدروس (قاعة المطالعة في بناية المكتبة المركزية لجامعة تكريت) ولعدد كافي من ساعات العمل المطلوبة.

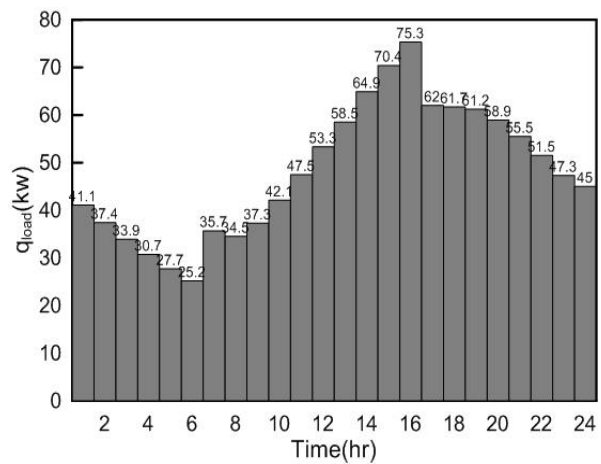
• وجد أن التغير في قيم كل من كمية الحرارة المتجمعة ودرجة حرارة طبقة الخزن للبركة الشمسية وكذلك قيم الأحمال المطلوبة للفضاء المكيف تتناسب طردياً مع تغير شدة الإشعاع الشمسي.

• وجد أن قيمة معامل الأداء لدورة التبريد الامتصاصية ترتفع بارتفاع درجة حرارة مولد الدورة في حين أن أقل قيمة لمعامل الاداء عند أقل درجة حرارة للمولد تعطي أكثر عدد من ساعات التشغيل للمنظومة.

إذ يجب أن لا تتجاوز هذه النسبة الـ (65 %) لكي لا تؤدي إلى حدوث التكدسات.

7. حساب تأثير تغير قيمة حمل التبريد للفضاء المكيف:

تم حساب الأحمال اللازمة لتبريد للفضاء المراد تكييفه لكل يوم من أيام الأشهر المدروسة واعتماد أعلى قيمة منها في عملية المحاكاة للمنظومة كما هو موضح بالشكل 38.



شكل (38) يبين تغير قيم الاحمال للفضاء المكيف خلال (24 ساعة) ليوم 15 آب.

إذ لوحظ إن قيمة حمل التبريد تزداد تدريجياً عند شروق الشمس وصولاً إلى أعلى قيمة لها بعد منتصف النهار بقليل ثم تنخفض إلى أقل القيم عند الغروب لكل من الأشهر المحددة وهذا يدل على التأثير الفاعل لتغير شدة الإشعاع الشمسي على تغير قيم الأحمال للفضاء المكيف في اليوم الواحد.

الاستنتاجات:

أعدّ في هذا البحث دراسة لتحليل وأمثلة بركة شمسية وفق المواصفات والشروط الحدية التي ذكرت في الجدول رقم 3 لمدينة تكريت مع منظومة التبريد الامتصاصية الأحادية التأثير التي

- [10]Kalogirou, " Solar energy engineering : process and system ", USA, British Library, Elsevier, 2009.
- [11]Li . Z . F, K . Sumathy, " Technology development in the solar absorption air-conditioning systems ", University of Hong Kong, 2000.
- [12]Prasad . R, Rao . D . P, " Estimation of the thickness of the lower convective layer of solar ponds ", Renew Energy, 7(4), 7 – 401, 1996.
- [13]Safwan Kanan, Jonathan Dewsbury, Gregory Lane - Serff, " A Simple Heat and Mass Transfer Model for Salt Gradient Solar Ponds ", World Academy of Science, Journal of Mechanical, Vol : 8, No : 1, 2014.
- [14]Seyed . S . M, " Effect of Different Parameters on Solar Pond Performance ", Asia Pacific Journal of Energy and Environment, Volume 1, No. 1, 2014.
- [15]Wang Y. F, and Akbarzadeh, " A Parametric Study of Solar Ponds " Solar Energy, Vol . 30, No . 6, pp, 555 – 562, 1983.
- [16]Weinberger . H, " The Physics of Solar Ponds ", Solar Energy, Vol . 8, pp. 45 – 56, 1964.
- [17]Yousif . H . A, Dawood . A . S, " Optimization of solar – driven of a small absorption air condition system ", Al - Rafidain Engineering, 21, 42 – 56, 2013 .

قائمة الرموز:

H_B : شدة الاشعاع الشمسي المباشر (W/m^2).

المصادر:

- [1]خالد الجودي "مبادئ هندسة تكييف الهواء والتثليج " دار الجامعة للطباعة والنشر والترجمة، فرع البصرة، 301 – 150، 1986.
- [2]عبدالله احمد عبدالله البرك الشمسية"، مركز فقيه للأبحاث والتطوير، جامعة ام القرى، العدد 665، 63 - 66، 2013.
- [3] غالية محمد "التصميم الامثل للبرك الشمسية" رسالة ماجستير، جامعة تشرين، 2011.
- [4]وحيد محمد مفضل " البرك الشمسية " مجلة الجزيرة الالكترونية، العدد 44، 2015.
- [5] وليد خالد، فؤاد شاكر، اياد محمود "دراسة استخدام الطاقة الشمسية في منظومات التثليج الامتصاصية لأغراض تكييف المباني" مجلة الهندسة والتنمية، المجلد الثاني عشر، العدد الرابع، 22-1، 7822، 1813 – 2009.
- [6]Foster . R, Ghassemi . M, Cota . A, " Solar energy : Renewable Energy and the Environment ", CRC press, print in USA, 2010.
- [7]Ibrahim Alenezi, " Salinity Gradient Solar Ponds: Theoretical Modeling and Integration with Desalination ", Submitted for the degree of Doctor, University Of Surrey, 2012.
- [8]Ibrahim Dincer, " Refrigeration System and Applications ", WILEY, 2003.
- [9]J. A. Duffie and A. Beckman, " Solar Engineering of Thermal Processes ", John Wiley & Sons Inc, 1991.

- Q_l : الطاقة الحرارية المنتجة بالساعة (W).
- q_{acum} : الطاقة الحرارية المتجمعة بالساعة (W).
- $\dot{m}_{w,1}$: كتلة تدفق ماء التثليج (kg/s).
- $\dot{m}_{ss,8}$: كتلة تدفق المحلول المركز (kg/s).
- $\dot{m}_{ws,7}$: كتلة تدفق المحلول المخف (kg/s).
- $h_{w,4}$ ، $h_{w,1}$: انثالبي بخار ماء المشبع (kJ/kg).
- $h_{ss,9}$ ، $h_{ss,10}$ ، $h_{ss,8}$: انثالبي المحلول المركز.
- $h_{ws,5}$ ، $h_{ws,6}$ ، $h_{ws,7}$: انثالبي المحلول المخفف.
- $h_{w,3}$ ، $h_{w,2}$: انثالبي سائل الماء المشبع (kJ/kg).
- $X_{ws,7}$: نسبة تركيز بروميد الليثيوم في المحلول المخفف.
- $X_{ss,8}$: نسبة تركيز بروميد الليثيوم في المحلول المركز.
- T_g : درجة الحرارة في المولد (°C).
- T_6 : درجة المحلول المخفف الخارج من المضخة (°C).
- H_d : شدة الاشعاع الشمسي المبعثر (W/m^2).
- F_{ss} : المعامل الزاوي بين السطح والماء.
- (S): زاوية ميل السطح (°).
- G: زاوية الانحراف الشمسي (°).
- L: زاوية خط العرض (°).
- ω : الزاوية الساعية (°).
- t: الزمن (hr).
- K_w : عامل الموصلية الحرارية لمحلول ملح كلوريد الصوديوم ($W/m^2 C^\circ$).
- b: عدد ثابت يساوي (0.08).
- d_o : سُمك الطبقة السطحية (UCZ) (m).
- θ_r : زاوية انكسار الاشعاع الشمسي (°).
- $T_{LCZ,new}$: درجة حرارة الطبقة السفلية الجديدة (°C).
- $T_{LCZ,old}$: درجة حرارة الطبقة السفلية القديمة (°C).
- ρ : كثافة المحلول الملحي في طبقة الخزن (kg/m^3).
- q_{load} : الطاقة الحرارية للحمل بالساعة (W).

Conditioning of Buildings by Extracting the necessary Heat to the Cooling Cycle Generator Absorbance from Solar Ponds

Munther. A. Mossa

Assistant Professor

College of Engineering

University of Baghdad

Maki. H. Khalaf

Assistant Professor

College of Engineering

University of Tikrit

Asim. M. Abdulwahhab

Assistant lecturer

Department of Engineering Affairs

Sunni Endowment Diwan

Email:asim.mabd@yahoo.com

ABSTRACT

The present research deals with a theoretical simulation for " absorption cooling system". It uses (Lithium bromide + & water) capacity of (21 Ton). This system is operated by solar power to condition the reading hall of the central library of Tikrit University the area of the hall is (200 m²). To begin with, the weather variables in Tikrit city have been measured by using system (Port log) located at the University of Tikrit, for the following months (May - June - July - August - September). In addition, a thermal flyweed effect for the mathematical equations has been made and computerized simulation by building a program in the (FORTRAN) languages. In order to find out a typical design for the solar pond which pond feeds the generator of absorption cycle with required heat and to calculate the COP for the system; the cooling loads have been calculated by using Ready program (HAB). The thickness of both upper convective zone and non-convective zone have been changed. After considering, the effect of this change in thickness on the useful heat and its efficacy in the solar pond, the research has been able to reach the typical thickness or two zones which leads to the change of space of solar pond to find out an optimal area which feeds the generator of the cycle with required heat to operate the cycle along the required hours of conditioning. According to the input of the variables of the weather of Tikrit city, the optimal thickness of the upper zone has been determined by (0.1 - 0.15 m), and the optimal thickness of the non-load zone has been determined by (4.0 - 3.0 m). Both of these thicknesses give us optimal value of useful heat and optimal efficiency for the solar pond. Also it has found that (10000 m²) area of the solar pond gives a thermal heat reach to (250 kW). it could operate the system for (6 - 10) hours every single day.

Keywords: solar pond, useful heat, non-convective zone, absorption cooling system