

تدفئة المسابح بالطاقة الشمسية في البيئة الصحراوية

حالة دراسية في منطقة الرياض

د. خالد بن عبدالله بن مقرن آل سعود و د. ناصر بن عبدالرحمن الحمدي

قسم العمارة و علوم البناء، كلية العمارة و التخطيط ، جامعة الملك سعود

ص. ب. 57448 الرياض 11574، المملكة العربية السعودية

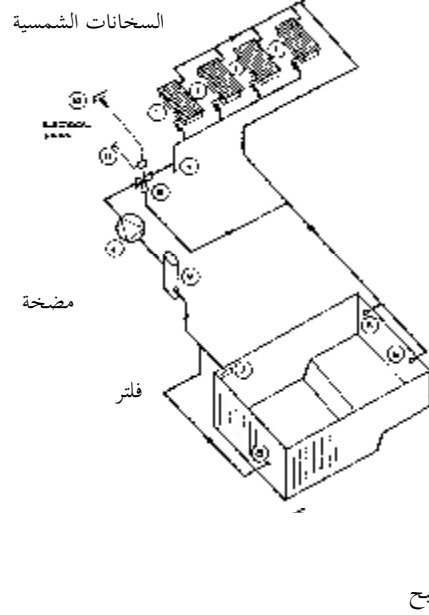
فاكس 00196614677120 بريد إلكتروني hemiddi@ksu.edu.sa

ملخص البحث. يُركز البحث على تدفئة المسابح بالطاقة الشمسية في البيئة الصحراوية. تم إجراء الدراسة في مسبح لمسكن في إحدى ضواحي مدينة الرياض ، المملكة العربية السعودية خلال عامي 2001 و 2002 ميلادية. و تهدف الدراسة بصورة إجمالية إلى تقدير المدى الزمني الذي يمكن خلاله الاستفادة من الطاقة الشمسية لتدفئة المسابح المغلقة في البيئات الصحراوية ذات الطبيعة المناخية الحارة صيفاً والباردة شتاءً وذات الرطوبة القليلة ، وبصورة تفصيلية فإن البحث يهدف أولاً، التعرف على إلى نمط درجات حرارة ماء المسبح خلال فصول العام وتحديد الفترات التي تتطلب تدفئة الماء فيها. وثانياً، تحديد نمط التغير في درجات حرارة ماء المسبح خلال فصول العام وذلك بعد تركيب وتشغيل نظام تدفئة شمسي قياسي. وثالثاً، تحديد العائد الإيجابي على درجات حرارة ماء المسبح للفترات المختلفة من العام وذلك في ضوء ما تم تحديده ضمن الهدف الأول والحدود القياسية للنطاق الحراري المقبول للماء لغرض السباحة والاستمتاع. تفترض الدراسة إمكانية تسخين المسابح في المناطق الصحراوية كلياً بالطاقة الشمسية بغرض الاستفادة منها السباحة طوال العام. تم عمل الدراسة على ثلاث مراحل امتدت لمدة سنتين. و أوضحت النتائج بأن الحاجة إلى التسخين ضرورية جداً للأشهر ديسمبر ويناير وفبراير ومارس و بصورة أقل في أشهر سبتمبر أكتوبر ونوفمبر وأبريل ومايو، أما أشهر يونيو ويوليه وأغسطس فلا توجد أي حاجة إلى تسخين ماء المسبح. كما بينت الدراسة جدوى استخدام الطاقة في تسخين المسابح في المناطق الصحراوية، وخصوصاً إذا علمنا بأن النظام مبسط ويمتد عمره لأكثر من عشرة سنوات بدون حاجة إلى صيانة أو تعديل. و يحنتم البحث بعرض بعض التوصيات المناسبة التي تزيد الاستفادة من الطاقة الشمسية لتدفئة ماء المسبح في فصل الشتاء والاستغناء عن نظم التدفئة التقليدية.

مقدمة

إن استخدام الطاقة الكهربائية في تدفئة المسابح يعتبر من الناحية التشغيلية مكلفاً جداً، فالطاقة الكهربائية اللازمة لتدفئة كميات كبيرة من الماء والمحافظة على درجة حرارتها إلى الحد المناسب للسباحة يعتبر مرتفعاً بدرجة قد تحرم الكثيرين من أصحاب المسابح الخاصة من ممارسة السباحة والاستمتاع بها في معظم أوقات العام. وفي المناطق ذات المناخات التي يتوفر فيها قدر كاف من الإشعاع الشمسي في الفترات الباردة من العام تعتبر الطاقة الشمسية مصدراً فعالاً لتدفئة مياه المسابح ومد فترة الاستفادة منها لتشمل الربيع والخريف والشتاء أحياناً. واستخدم لهذا الغرض مجمعات شمسية تقوم بتسخين الماء من خلال مروره في أنابيب صغيرة مدهونة باللون الأسود و معرضة للإشعاع الشمسي المباشر، وتتكون المجمعات الشمسية المتطورة والمخصصة لتسخين الماء من ألواح

إطارية (Panels) تتوزع داخلها أنابيب نحاسية سوداء ومغطاة بالزجاج وذلك لحبس الحرارة داخل اللوح وبالتالي زيادة الكفاءة التسخينية. وللمحافظة على الحرارة فإن خلفية اللوح تكون معزولة بالصوف الصخري لمنع الحرارة من التسرب من الجهة المعاكسة للجهة المقابلة للإشعاع الشمسي. ولتقليل التكلفة المالية للطاقة اللازمة لتمرير ماء المسبج من خلال المجمعات الشمسية لتسخينه فإن المجمعات تتركب ضمن دائرة حركة الماء الذاهب إلى جهاز التنقية (filter) وتوضع مضخة جهاز التنقية عادة على مؤقت زمني يقوم بتشغيله في الفترات التي يتوافر فيها الإشعاع الشمسي بكميات كافية. والشكل (1) يوضح مكونات نظام التسخين وكيفية ربطه مع نظام تنقية المسبج.



شكل (1) مكونات نظام التسخين وكيفية ربطه مع نظام تنقية المسبج.

ويتم توجيه المجمعات الشمسية من أجل التسخين طوال العام إلى جهة الجنوب لمواجهة الإشعاع الشمسي بزوايا ميل عن السطح الأفقي تساوي قيمة خط العرض للموقع $+15^{\circ}$ [2]. وأما إذا كان استخدام المجمعات لفصل الصيف فقط فيكون الميل يساوي خط العرض - 10 - 15 درجة [3]. وللمحافظة على حرارة ماء المسبج فإن هناك وسائل تستخدم لتقليل الحرارة المفقودة من الماء وذلك بعزل الأنابيب المغذية والراجعة من المجمعات الشمسية وكذلك تغطية سطح المسبج أثناء فترة غياب الشمس. وتتفاوت المراجع في تحديد درجة حرارة الماء المناسبة للإنسان ولا تتجاوز في الغالب 28م، كما لا تقل عن 24م [1،2،4،5]. ويعتمد تقدير مساحة المجمعات الشمسية على عدة عوامل من أهمها:

- (1) الموقع الجغرافي وكمية الإشعاع الشمسي المتوفر.
- (2) المدة الزمنية من العام المطلوبة للاستفادة من المسبج.
- (3) كفاءة الجمع الشمسي.
- (4) نوعية المسبج وهل هو داخلي أم خارجي.
- (5) استخدام غطاء للمسبج في الفترات المسائية من عدمه.

وفي المعتاد فإن مساحة المجمعات الشمسية اللازم لتسخين المسبج يقاس كنسبة (ن) إلى مساحة المسبج ويعبر

عنها بالمعادلة التالية:

$$(1) \quad R = \frac{\text{مساحة المجمع الشمسي}}{\text{المساحة السطحية للمسبح}}$$

وفي معظم الدراسات المنشورة فإن قيمة ن (R) تتراوح من 50 – 1.05. وقد وضع كرومر (Comer)[4] هذه النسب بالتفصيل لمجموعة من البدائل لولاية فلوريدا بالولايات المتحدة الأمريكية كما هو موضح في الجدول رقم (1).

جدول (1). قيمة ن (R) لنمطين شائعين من المسابح لثلاث مناطق في ولاية فلوريدا الأمريكية.

الموقع	مغطى مساءً وغير مظلل				مغطى مساءً ومظلل			
	9	10	11	12	9	10	11	12
شمال فلوريدا	0.47	0.68	0.80	0.94	0.80	1.10	1.25	
وسط فلوريدا	0.37	0.55	0.65	0.75	0.70	0.85	0.95	1.05
جنوب فلوريدا	0.25	0.40	0.50	0.60	0.55	0.68	0.75	0.83

وفي حالة عدم استخدام الغطاء في الفترات المسائية فإن النسب الواردة في الجدول ستتضاعف وذلك بسبب الفقد الكبير الذي يحصل من سطح الماء ولذا فعند تقدير مساحة المجمعات الشمسية لتدفئة المسبح بدون استخدام الغطاء فيلزم بعد استخراج المساحة حسب النسب الواردة أعلاه القيام بضرب القيمة المستخرجة في 2.9 عندما يرغب في استخدام المسبح لتسعة أشهر فقط وفي 2.4 لعشرة أشهر وفي 2.2 لأحد عشر شهراً وفي 2.1 لأثني عشر شهراً.

ويرى ديفيد كت [5] من التجربة بأن المساحة الفعالة للمجمعات الشمسية لغرض تسخين المسابح تساوي 75% من مساحة المسبح، كما يرى أن من الأفضل استخدام مجمعات شمسية بمسطح يكافئ 100% من مساحة المسبح. وقد دلت الدراسات الاقتصادية على أن التكلفة الأساسية لنظام التسخين بالطاقة الشمسية يمكن أن يسترد خلال ثلاث سنوات كما أن العمر الزمني لهذه الأنظمة يمتد ليصل إلى خمسة عشر عاماً.

ومن الأمثلة التي تبرز حجم التوفير في استهلاك الطاقة الكهربائية وما يعود به من نفع خاص وعمام تجربة تسخين المسبح المغطى لمدرسة ماري ريد الابتدائية في مقاطعة بريتش كولومبيا [6] فمساحة المسبح تبلغ 325م² ويتم تسخينه بالطاقة الكهربائية، وقد ساعد نظام التسخين الشمسي في هيمئة المسبح للسباحة ابتداءً من شهر أبريل وحتى نهاية شهر أكتوبر وقد وفر ذلك على إدارة المدرسة جزء مما كانت تدفعه في تلك الأشهر مقابل استهلاك الطاقة الكهربائية والذي كان يبلغ عشرين ألف دولار وانخفض بنسبة 50% وبناءً على الأرقام السابقة فإن تغطية التكاليف التأسيس لهذا النظام يتوقع أن يتم في غضون ثلاث سنوات ونصف.

أهداف الدراسة

تهدف الدراسة بصورة إجمالية إلى تقدير المدى الزمني الذي يمكن خلاله الاستفادة من الطاقة الشمسية لتدفئة المسابح المغلقة في البيئات الصحراوية ذات الطبيعة المناخية الحارة صيفاً والباردة شتاءً وذات الرطوبة القليلة ، وبصورة تفصيلية فإن الدراسة تهدف إلى تحقيق ما يلي:-

- 1- تحديد نمط التغير في درجات حرارة ماء المسبح خلال فصول العام وتحديد الفترات التي تتطلب تدفئة الماء.
- 2- تحديد نمط التغير في درجات حرارة ماء المسبح خلال فصول العام وذلك بعد تركيب وتشغيل نظام تدفئة شمسي قياسي.
- 3- قياس العائد الإيجابي على درجات حرارة ماء المسبح للفترات المختلفة من العام وذلك في ضوء ما تم تحديده ضمن الهدف الأول والحدود القياسية للنطاق الحراري المقبول للماء لغرض السباحة والاستمتاع.
- 4- وضع التوصيات المناسبة التي تزيد الاستفادة من الطاقة الشمسية لتدفئة ماء المسبح في فصل الشتاء والاستغناء عن نظم التدفئة التقليدية.

فرضيات الدراسة

يؤدي الاتزان الحراري لمكونات البيئة: الهواء و الماء و التراب إلى تقارب لمتوسطات الحرارة السنوية لهذه المكونات. عليه، فإن المتوسط السنوي لدرجة حرارة ماء المسابح المكشوفة و التي لا تخضع لأي نظام من أنظمة التسخين يتساوى مع المتوسط السنوي لدرجات حرارة الهواء.

يوضح الشكل (2) منحنى المتوسطات الشهرية لدرجات الحرارة لمدينة الرياض. و يبلغ المتوسط السنوي 24°م تقريباً، إلا أن المدى السنوي لدرجات حرارة الماء يقل عن المدى السنوي لدرجات حرارة الهواء بسبب ارتفاع الحرارة النوعية للماء بالمقارنة مع الحرارة النوعية للهواء.

ونظراً لأن المتوسط السنوي المتوقع للماء يقع ضمن الحدود المقبولة لدرجة حرارة ماء المسبح (23°م - 28°م). فإن الدراسة تفترض أولاً إمكانية تسخين المسابح في المناطق الحارة الجافة بالطاقة الشمسية يمكن الاستفادة منها طوال العام و بصورة اقتصادية.

و من تقاطع النطاق المقبول لدرجات حرارة الماء و المتوسطات السنوي مع منحنى المتوسطات الشهرية يتضح بأن ماء المسابح سيكون في حالة اكتساب حراري كامل ابتداء من شهر مايو وحتى نهاية شهر سبتمبر و في حالة إكساب جزئي في شهري أبريل و أكتوبر. كما أن ماء المسابح فيما عدا الاكساب من الإشعاع الشمسي المباشر سيكون في حالة فقد حراري للهواء ابتداء من شهر نوفمبر حتى شهر مارس عن طريق الحمل و التوصيل. و تأسيساً على ذلك فإن الدراسة تفترض ثانياً أن تتركز الحاجة إلى التسخين بصورة أساسية في خمسة اشهر فقط و هي نوفمبر و ديسمبر و يناير و فبراير و مارس.

طبيعة الدراسة

وقد اختار الباحثان أن تكون طبيعة الدراسة تجريبية وليست نظرية وذلك للخروج بنتائج واقعية تأخذ بعين الاعتبار جميع المؤثرات بصورتها الحقيقية بدلاً من وضع افتراضات نظرية غير حقيقية وتضمينها برنامج محاكاة تؤدي بالتالي إلى نتائج غير واقعية ، ولذا فإن الدراسة امتدت لسنتين كاملتين من أجل استيعاب كافة المتغيرات المناخية بصورتها الحقيقية.

خطة الدراسية

تعتبر الدراسة ذات طبيعة تجريبية لذا فقد استلزم الأمر اتباع الخطوات التالية:

الخطوة الأولى : مراجعة الأبحاث والدراسات والأدبيات المنشورة من مختلف المصادر عن تدفئة المسابح بالطاقة الشمسية والتقنيات المستخدمة لذلك لتكوين صورة ذهنية وخلفية موضوعية عن هذا المجال والإنجازات المتحققة فيه.

الخطوة الثانية: اختيار موقع الدراسة وتصميم وتركيب نظام التسخين الشمسي المناسب والذي توقع الباحثان من خلاله تحقيق أهداف الدراسة.

الخطوة الثالثة : تركيب نظام محوسب لأخذ القراءات وجمعها تمهيداً لتحليلها واستخلاص النتائج منها.

الخطوة الرابعة: جمع البيانات وذلك لجزئين من الدراسة:

الجزء الأول: ويتضمن جمع بيانات درجات الحرارة لماء المسبح في عدة نقاط إضافة إلى البيانات المناخية الأساسية المتزامنة معها وذلك لفترات زمنية تغطي فصول السنة المختلفة، وذلك قبل تشغيل نظام التسخين الشمسي بهدف التعرف على النمط الطبيعي لتغير درجات الحرارة لماء المسبح تبعاً للتغير في درجات الحرارة حسب فصول السنة وتعتبر هذه المرحلة أساسية لغرض إجراء المقارنة مع الوضع بعد تشغيل نظام التسخين الشمسي.

الجزء الثاني : ويتضمن جمع البيانات آنفة الذكر في الجزء الأول ولكن بعد تشغيل نظام التسخين الشمسي لفترات ممتدة تغطي فصول السنة، وذلك بهدف استخلاص وقياس وتقويم دور نظام التسخين الشمسي على ماء المسبح.

الخطوة الخامسة: تحليل البيانات المسجلة من مرحلتين الدراسة إضافة للبيانات المناخية وذلك تحليلاً وصفيًا ونوعياً وذلك لتقويم فعالية النظام واختبار فرضية الدراسة، ومن ثم تقديم التوصيات المناسبة لهذا الغرض.

موقع الدراسة

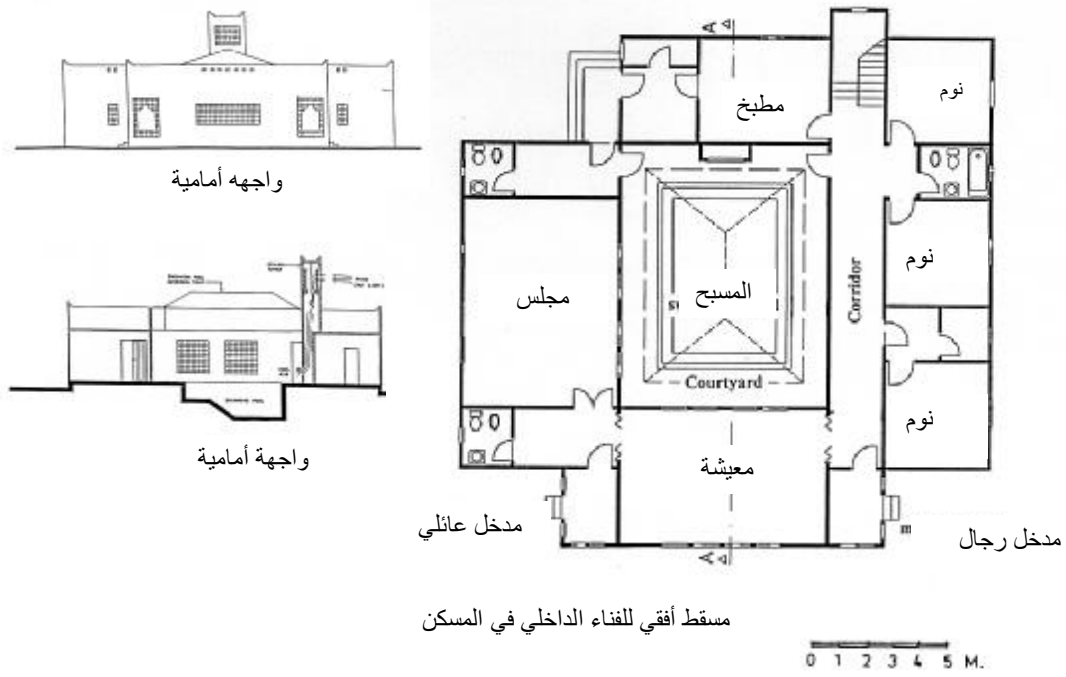
تم اختيار مسبح شبه مغلق أبعاده $4\text{ م} \times 6\text{ م}$ بمساحة تبلغ 24 م^2 في مبنى سكني يقع في مزرعة في ضواحي مدينة الرياض، وقد تم اختيار هذه المسبح نظراً لندرة السكنى في المبنى وبالتالي بعده عن التأثيرات المختلفة التي قد تؤثر على نوعية الدراسة ونتائجها، كما أن المسبح يقع ضمن فناء داخلي أبعاده $8\text{ م} \times 10\text{ م}$ في وسط المبنى ومظلل بخيمة خفيفة من القماش ويبين الشكل (2) المسقط الأفقي وقطاع وواجهة المبنى.

البيئة المناخية لموقع الدراسة

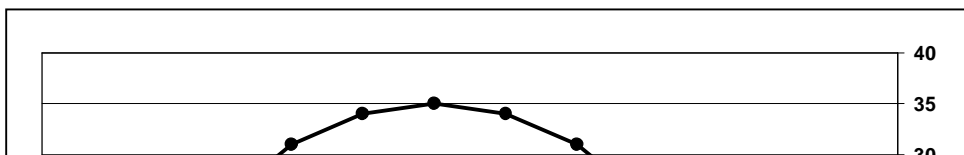
تقع مدينة الرياض (العاصمة) في الإقليم الأوسط من المملكة العربية السعودية على هضبة ترتفع أكثر من 600م عن سطح البحر على خط عرض 24° ، 42° شمالاً وخط طول 46° ، 44° شرقاً. ويعتبر مناخ الرياض مثالياً للمناخ الصحراوي الذي يتميز بشدة الحرارة صيفاً والبرودة القارصة شتاءً مع قلة الأمطار والرطوبة النسبية على مدار العام، كما يتميز بقلة السحب معظم أيام العام.

ومن السجلات الرسمية لأحوال الطقس والمسجلة بواسطة مصلحة الأرصاد وحماية البيئة والتي تمثل متوسط قراءات بعشر سنوات (1986-1995م) يلاحظ أن فصل الصيف يمتد من شهر يونيو إلى شهر سبتمبر وتتراوح درجة حرارة

الهواء الجافة للنهاية الصغرى من 22.0° إلى 25.4° م، أما المعدل الشهري لدرجة الحرارة القصوى فتتراوح من 44.0° م إلى 47.4° م، (انظر الشكل 3). وأما بالنسبة للرطوبة لنفس المدة فإن المعدلات العليا تتراوح من 32.0% إلى 66.0% والمعدلات الصغرى تتراوح من 20% إلى 3% . وتهب رياح حارة وجافة على مدينة الرياض، تعرف برياح "السموم" وتتراوح سرعة هبوبها صيفاً ما بين 4 عقدة إلى 8 عقدة واتجاهها غالباً ما يكون شمالاً. وتتراوح الضغط الجوي ما بين 937.1 ساعة ضغط إلى 940.4 ساعة ضغط، كما أن المعدل الشهري لهطول الأمطار 0.0 م في أشهر الصيف بينما يصل 39.5 م في شهر إبريل، ويتميز المناخ في مدينة الرياض بوفرة الإشعاع الشمسي شبه العمودي والتي تتراوح شدته من 813 إلى 929 وات/م².



الشكل (2) المسقط الأفقي وواجهة وقطاع للمسكن في العينة بمنطقة الرياض.



شكل (3) المنحنى السنوي للمتوسطات الشهرية لدرجة الحرارة للهواء الجافة و الرطبة في مدينة الرياض.

تصميم وتركيب نظام التسخين الشمسي

يعتمد تصميم نظام التسخين على الفترة الزمنية من العام التي يراد من النظام أن يغطيها، ففي الحالات التي تكون فيها المسابح خارجية ومكشوفة ويرغب فيها أن يمتد موسم الاستفادة من المسابح لفصلي الربيع والخريف فعادة ما يستخدم نظام تسخين مبسط ورخيص يتكون من مجمعات شمسية ذات أنابيب مصنعة من مواد بلاستيكية سوداء اللون ومعالجة من الأشعة فوق البنفسجية وذلك لتعمر سنوات طويلة. وبمرور ماء المسبح خلالها يتم رفع درجة حرارته. ونظراً لأن الإشعاع الشمسي ودرجة حرارة الهواء في فصلي الربيع والخريف عادة ما تكون مرتفعة نسبياً فإن الفقد الحراري من النظام يكون ضئيلاً. أما في الحالات التي يراد من النظام أن يغطي فترات السنة كاملة وخصوصاً فصل الشتاء فعادة ما تستخدم مجمعات شمسية أكثر تطوراً وكلفة وتتكون من وحدات إطاريه مغطاة بالزجاج الشفاف وذلك لاستقبال وحبس حرارة الإشعاع الشمسي. وبمرور ماء المسبح خلال أنابيب نحاسية صغيرة سوداء مترابطة أو مثبتة على صفيحة سوداء داخل الإطار. وهذا النظام يعتبر أكثر كفاءة وتعقيداً من النظام المبسط آنف الذكر.

ونظراً لأن فرضية الدراسة تؤكد إمكانية الاعتماد الكلي على الطاقة الشمسية لتسخين المسابح في المناطق الصحراوية بفرض الاستفادة منها طوال العام فقد تم اختيار النظام الأخير والذي يعتبر أكثر تطوراً. الشكل (4) يوضح تفاصيل المجمع الشمسي المختار.

أما بالنسبة لمساحة المجمعات الشمسية والتي عادة ما تمثل ما نسبته 50-100% من مساحة المسبح فقد اختيرت نسبة 50% وذلك من أجل التعرف على ما يمكن تحقيقه من تسخين من خلال استخدام الحد الأدنى بالمساحة وذلك لتوافر الإشعاع الشمسي معظم أيام السنة بكميات مناسبة. وتمثل نسبة 50% مساحة سطح المسبح 12م² وقد تم توفيرها من خلال خمسة عشر لوحاً اطاريماً من المجمعات الشمسية مساحة اللوح الواحد 0.8م² وقد تم تركيبها في خمس مجموعات بطريقة التوازي ووضع لكل مجموعة محبس خاص يمكن من خلالها عزل مجموعة أو أكثر من النظام، وقد تم

تركيب وربط المجمعات ضمن دورة معالجة وتنقية ماء المسبح فيعد أن يخرج الماء من جهاز التنقية (Filter) يمر من خلال



شكل (4) صورة المجمع الشمسي.

المجمعات الشمسية ليعود إلى المسبح وقد تم تسخينه، وبذلك يستفاد من مضخة جهاز التنقية في دفع الماء خلال المجمعات الشمسية، وقد تم وضع محبس رئيسي يمكن بواسطته التحكم في دورة الماء لكي لا يمر من خلال المجمعات الشمسية وذلك عند الاستغناء عن الحاجة إلى التسخين الشكل (5) يوضح تبسيطاً للنظام المستخدم وارتباطه بالمسبح. وقد تم تركيب النظام على سطح المنزل بصورة مائلة بدرجة 45° تقابل اتجاه الجنوب وانحراف لا يتجاوز 15° إلى الشرق. ويتم تشغيل مضخة الماء بصورة آلية من خلال جهاز مؤقت، وقد ضبط المؤقت لتشغيل المضخة بحد أدنى لمدة ست ساعات يومياً وذلك في الفترة التي تتوفر فيها الإشعاع الشمسي بصورة فعالة.



شكل (5) منظر لنظام تسخين المسبح بالطاقة الشمسية و منظر نظام المضخة و الفلتر.

نظام قراءة وجمع البيانات

استخدمت أجهزة خاصة لجمع القراءات ويمكن تصنيفها إلى ثلاثة أجزاء رئيسية:

أولاً- المحسات

تم استخدام مجسات حرارية (Thermocouples) لقياس درجة حرارة ماء المسبح في عدة مواقع, وهواء الفناء و أرضيته وحرارة الماء الخارج والداخل من المجمعات الشمسية. أما عناصر المناخ الخارجي فقد استخدمت محطة للأرصاد (شكل 5) تتكون من:

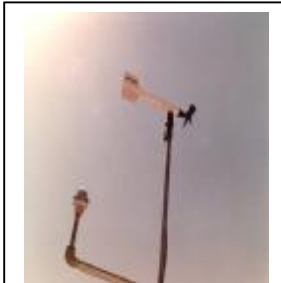
- 1- مجس بيرانوميتر (Perineometer model LI - COR, type LI2004S) لقياس كمية الإشعاع الشمسي.
- 2- مجس قياس سرعة واتجاه الرياح (A Met One anemometer; type 014A-U)
- 2- مجس درجة حرارة الهواء الجافة و الرطوبة النسبية نوع (VAISALA type HMP35C).

ثانياً- نظام تجميع وتخزين قراءات

تم استخدام نظام (CR10). يقوم هذا الجهاز بتسجيل متوسطات لقراءات من جميع المحسات كل 15 دقائق ثم كل 30 دقيقة ثم كل 24 ساعة. يوضح الشكل (6) جامع القراءات المحوسب والذي يقوم بتسجيل وحفظ البيانات لفترات طويلة جداً ليتمكن تفرغها آلياً بين فترة وأخرى.

ثالثاً - وحدة حاسب آلي

تم استخدام جهازي حاسب الآلي شخصي ركب عليهما برنامج (PC208) أحدهما لتشغيل نظام قراءة و جمع بيانات (CR10) الخاص بالمسبح و الآخر لتشغيل و قراءة و جمع البيانات المناخية من محطة الأرصاد الجوية. كما استخدم محلل بيانات (Excel) لتحليل البيانات المسجلة و عمل رسومات و منحنيات بيانية.



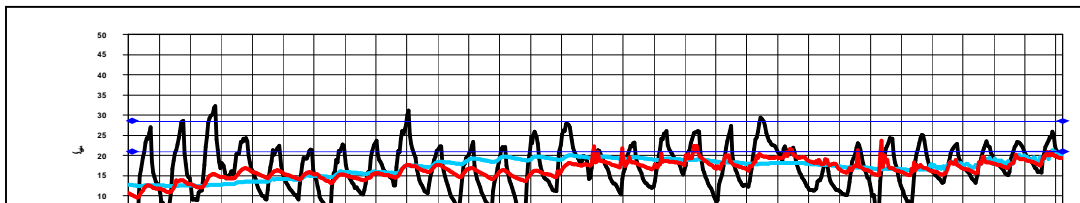
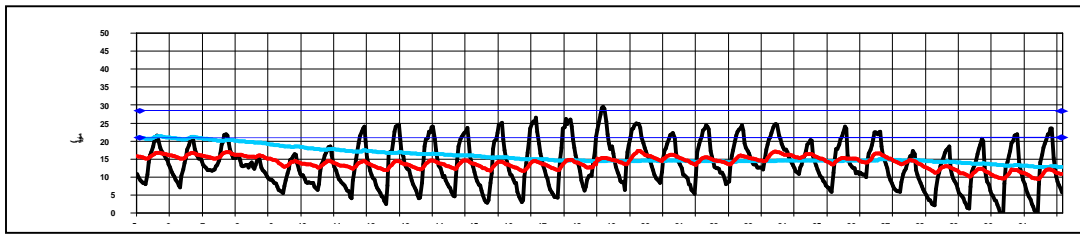
شكل (6) جامع القراءات الحاسب والذي يقوم بتسجيل وحفظ البيانات و منظر محطة الأرصاد بالعينة.

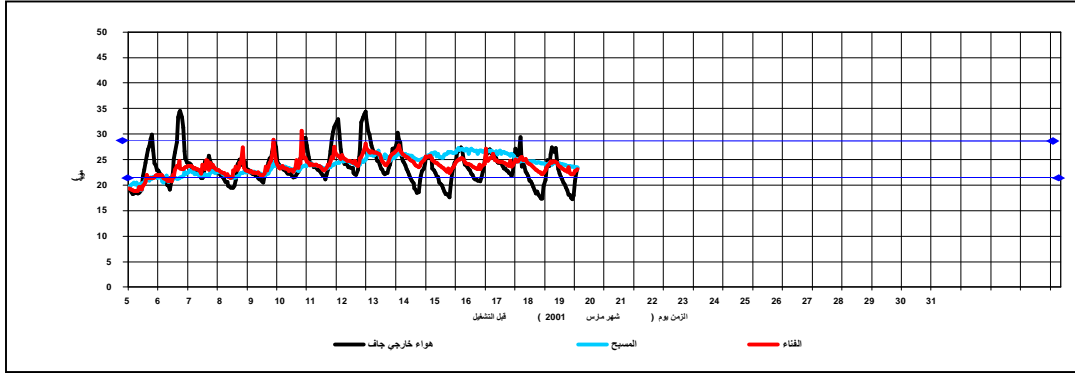
تحليل البيانات

1- دراسة نمط درجات حرارة المسبح قبل التسخين:

عندما نتمعن النظر في منحنيات البيانات المسجلة لدرجات حرارة الماء والهواء الخارجي والهواء داخل الفناء قبل تشغيل نظام التسخين في شكل (7) نجد أن درجة حرارة الماء ابتداء من يناير أخذت بالتناقص إلى أقل من الحد الأدنى للنطاق المرغوب و واصلت الهبوط إلى أدنى مستوى لها وهو 12.5°C وذلك في بداية شهر فبراير ثم عادت لترتفع لتعود إلى النطاق الحراري المفضل في شهر مارس وقد كانت درجة حرارة الماء في تلك الفترة أقل من درجة حرارة الهواء في داخل الفناء. مما يؤكد فرضية كون هذه الفترة فترة فقد حراري من الماء.

كما يلاحظ أن درجة حرارة ماء المسبح في أشهر الشتاء كانت تساوي متوسط درجة حرارة هواء الفناء إلا أن سرعة التغير في درجة حرارة الماء لم تكن بنفس سرعة تغير حرارة الهواء. ففي البداية عندما انخفضت درجة حرارة الهواء بصورة سريعة في بداية شهر يناير نجد أن درجة حرارة الماء واصلت انخفاضها ولكن بمعدل أقل إلى أن وصلت إلى متوسط درجة حرارة هواء الفناء. أما في شهر يوليه فإن درجة حرارة الماء كانت أقل بكثير من متوسط درجة حرارة هواء الفناء ويبلغ الفرق بينهما 7°C ويرجع السبب في أن درجة حرارة المسبح في ذروة الصيف لا تساوي متوسط درجة حرارة الفناء كما هو الحال في فصل الشتاء إلى أن الماء يتم تبريده بواسطة عملية التبخر التي تحدث على سطح الماء على مدار 24 ساعة مما يؤدي إلى خفض درجة حرارة الماء وإبقائها عن مستوى 27°C كأعلى مستوى يمكن أن تصل إليه درجة حرارة الماء.





الفناء المسبح هواء خارجي

شكل (7) منحنيات البيانات المسجلة لحرارة الماء والهواء الخارجي والهواء داخل الفناء قبل تشغيل نظام التسخين الشمسي في أشهر يناير و فبراير و مارس 2001 م.

و خلاصة القول فإن القراءات تثبت الحاجة إلى أن التسخين ضروري جداً للأشهر ديسمبر ويناير و فبراير و مارس، كما أن الحاجة إليه هي بصورة أقل في أشهر سبتمبر أكتوبر و نوفمبر و أبريل و مايو. أن أشهر يونيو و يوليو و أغسطس فلا توجد هناك أية حاجة إلى التسخين.

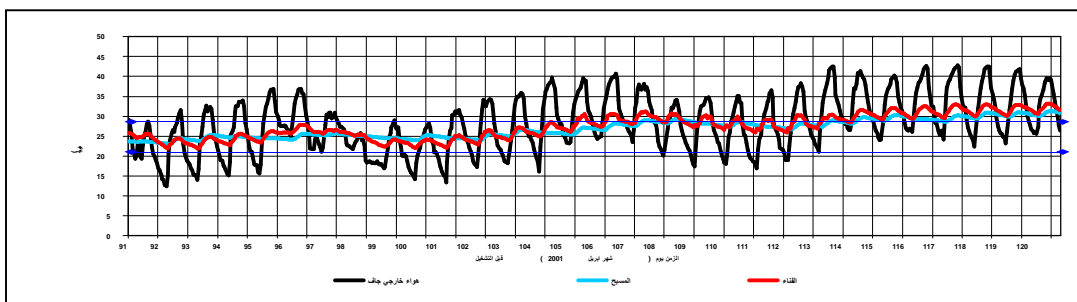
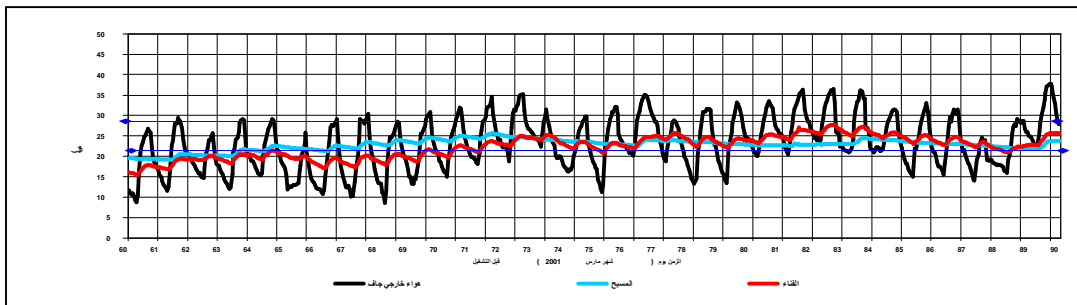
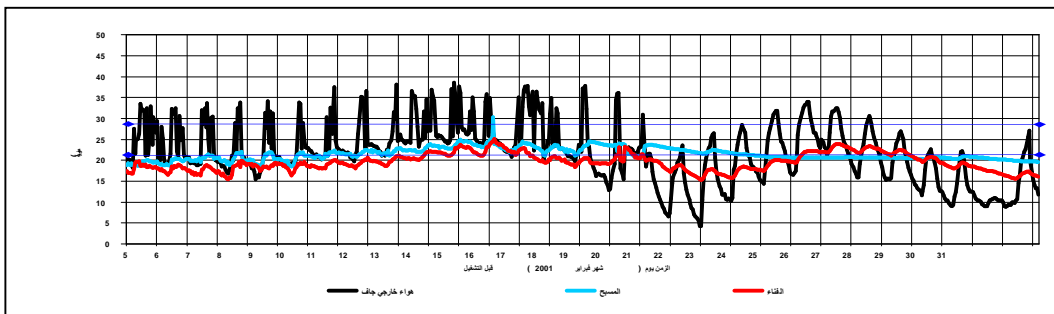
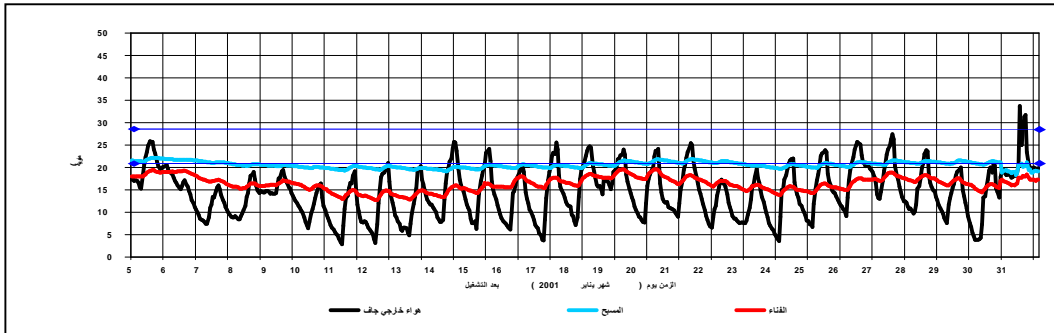
2- دراسة نمط درجات حرارة المسبح بعد التسخين :

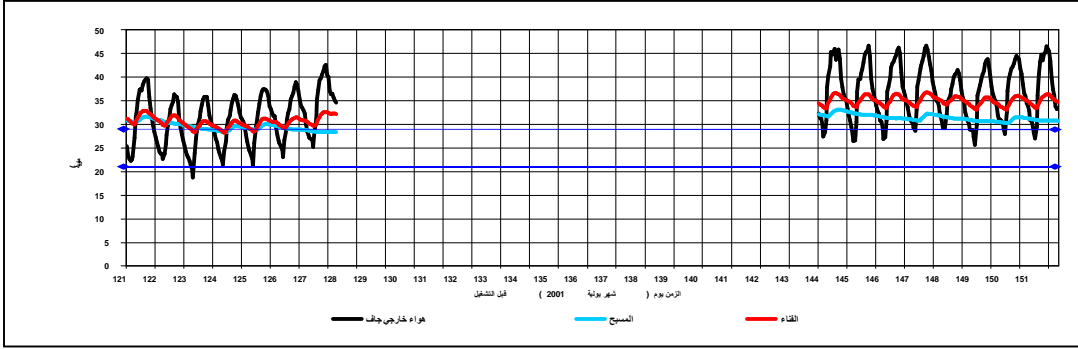
يوضح الشكلان (8، 9) نمط التغير في درجات الحرارة لماء المسبح والفناء والهواء الخارجي وذلك بعد تشغيل نظام التسخين الشمسي وذلك للأشهر من يناير وحتى يوليو. ومن الواضح في تلك المنحنيات، أن نظام التسخين كان قادراً على المحافظة على مستوى درجة حرارة الماء في شهر يناير واستقرارها وذلك على الرغم من انخفاض درجة حرارة الهواء الخارجي. وقد استمر هذا الوضع مع بعض التذبذب حتى الثالث الأول من شهر مارس بعد ذلك بدأت درجة حرارة الماء في التصاعد، إلا أن تصاعد درجة حرارة الهواء الفناء كان أكبر مما جعل درجة حرارة الهواء تتجاوز درجة حرارة الماء بعد أن كانت في شهر يناير و فبراير أقل.

في نهاية شهر أبريل بدأت درجة حرارة الماء في تجاوز الحد الأعلى للنطاق الحراري المفضل للماء وقد أصبحت الزيادة أكثر وضوحاً في أشهر يونيو و يوليو و أغسطس. وتأكيداً لما سبق فمن الواضح هنا بأنه لا توجد حاجة إلى التسخين في الأشهر يونيو و يوليو و أغسطس بل أن التسخين يؤدي إلى رفع درجة حرارة الماء بشكل يتجاوز الحد الأعلى للنطاق الحراري المفضل.

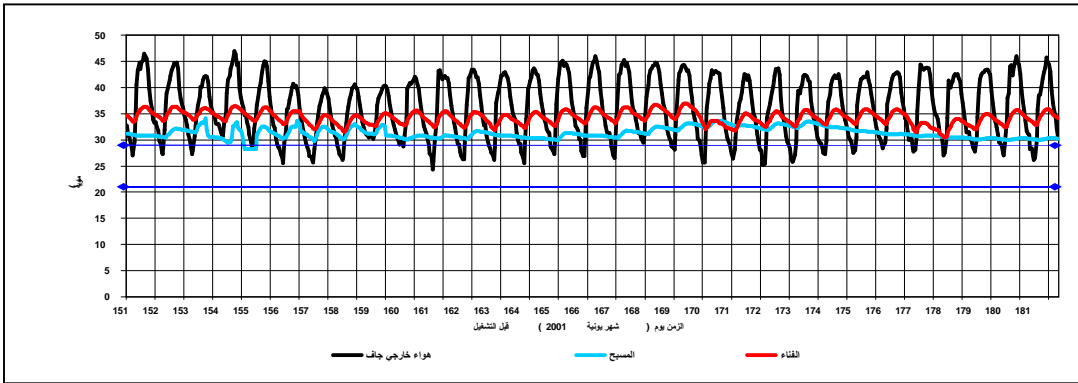
وبعكس ما كانت عليه درجة حرارة الماء في فترة ما قبل تشغيل النظام والتي كانت تساوي متوسط درجة حرارة

الهواء فإن درجة حرارة الماء بعد تشغيل النظام أصبحت أعلى من متوسط درجة حرارة هواء الفناء بمتوسط 4م تقريباً. وفي الأشهر يناير وفبراير ومارس يلاحظ بأن ماء المسبح يفقد جزء من حرارته إلى هواء الفناء الذي يقل عنه في درجة الحرارة، كما أن من الواضح بأن نظام التسخين لم يحقق المستوى الحراري المطلوب في شهري يناير وفبراير بالأخص وكانت درجة حرارة الماء أقل بقليل من النطاق الحراري المفضل. ولا يتوقع أن يعود السبب في هذا العجز إلى عجز المجمعات الشمسية عند تحقيق التسخين المطلوب ولكن يعود إلى الفقد الحراري الذي يحدث جراء عمليتي التبخر والحمل من سطح الماء ولا يعوض بواسطة الاكتساب المباشر من الإشعاع الشمسي بسبب تغطية المسبح. ويتوقع الباحثان أن استخدام غطاء للمسبح في أشهر الشتاء ديسمبر يناير وفبراير ومارس وذلك للمحافظة على حرارة الماء إضافة إلى عزل الأنابيب المغذية وراجعة من المجمعات الشمسية سيوفر المستوى الحراري المطلوب في شهري يناير و فبراير.





شكل (8) نمط التغير في درجات الحرارة لماء المسبح والفناء والهواء الخارجي وذلك بعد تشغيل نظام التسخين الشمسي.



شكل (9) نمط التغير في درجات الحرارة لماء المسبح والفناء والهواء الخارجي وذلك بعد تشغيل نظام التسخين الشمسي.

3- دراسة الجدوى الاقتصادية لنظام التسخين:

لكي تكتمل الصورة حول جدوى استخدام نظام التسخين الشمسي للمسابح طوال فترات العام وبالأخص في فصل الشتاء فإن دراسة الجدوى الاقتصادية للنظام يعتبر أمراً مهماً. ويمكن تبسيط دراسة الجدوى الاقتصادية لنظام التسخين بالتحقيق من أن تكلفة النظام يمكن استردادها من خلال قيمة الطاقة التي يوفرها النظام طوال المدة التي يتم تشغيلها وذلك في فترة معقولة ويمكن تحديد الطاقة المكتسبة من النظام وذلك من خلال معرفة كفاءة المجمعات الشمسية ومساحتها إضافة إلى عدد أيام التشغيل بالمعادلة التالية:

(2)

$$ط م = د \times م \times ع$$

حيث أن:

$$ط م = \text{الطاقة المكتسبة (وحدة حرارية إنجليزية)}$$

$$د = \text{درجة أداء المجمعات (وحدة حرارة إنجليزية / قدم 2)}$$

$$م = \text{مساحة المجمعات (قدم 2)}$$

$$ع = \text{عدد أيام التشغيل}$$

ونظراً لأن كفاءة المجمعات الشمسية للنظام المركب = 1500 وحدة حرارية إنجليزية/قدم 2 وإجمالي مساحة المجمعات الشمسية المركبة = $8 \times 15 = 120$ قدم 2 وعدد أيام التشغيل الفعالة حسب ما تم التوصل إليه سابقاً فهي لمدة ثمانية أشهر = $8 \times 30 = 240$ يوم وبذلك فإن إجمالي الطاقة المكتسبة لماء المسبح = $1500 \times 120 \times 240 = 43.200 = 43.2$ مليون وحدة حرارية إنجليزية سنوياً. وتبلغ قيمة الطاقة الكهربائية حسب أسعار الشريحة الثانية والشركة السعودية للكهرباء 20 هللة للكيلووات وقيمة مليون وحدة حرارية إنجليزية يساوي 58 ريالاً سعودياً.

وبذلك فإن القيمة الإجمالية للطاقة المكتسبة من خلال النظام الشمسي لو أريد توفيرها عن طريق التسخين الكهربائي التقليدي ستبلغ = $58 \times 43.25 = 2505$ ريال سعودي سنوياً.

ونظراً لأن القيمة الإجمالية للنظام الشمسي للتسخين تبلغ 15000 ريال سعودي فإن المدة المتوقعة لاسترداد القيمة الإجمالية للنظام ستكون = $15000 \div 2505 = 6$ سنوات.

ومما سبق يتضح جدوى استخدام الطاقة الشمسية في تسخين المسابح في المناطق الصحراوية ليستفاد منها طوال العام وخصوصاً إذا علمنا بأن النظام مبسط ويمتد عمره لأكثر من عشرة سنوات بدون حاجة كبيرة إلى الصيانة.

الخاتمة

لقد أثبتت هذه الدراسة إمكانية تسخين المسابح في المناطق الصحراوية بالطاقة الشمسية بغرض الاستفادة منها طوال العام. وأوضحت النتائج بأن الحاجة إلى التسخين ضرورية جداً للأشهر ديسمبر ويناير وفبراير ومارس وبصورة أقل في أشهر سبتمبر وأكتوبر ونوفمبر وأبريل ومايو. أما أشهر يونيو ويوليه وأغسطس فلا توجد أي حاجة إلى تسخين ماء المسابح. كما أثبتت الدراسة الجدوى الاقتصادية من استخدام الطاقة الشمسية في تسخين المسابح في المناطق الصحراوية، وخصوصاً إذا علمنا بأن النظام بسيط وعمره طويل و حاجته إلى الصيانة قليلة. يقودنا ذلك إلى أهمية استخدام التدفئة

الشمسية لمياه المسابح وضرورة الاستغناء عن نظم التسخين التقليدية.

المراجع

1. Kut, D. & Hare, G : Applied Solar Energy: Halsted Press New York, 1979.
2. Cromer, c.; Solar Heating Swimming Pools; A Question & Answer Primer; http; // [www.fesc.edu/pubs/Enargy Notes/EN-6-HTML](http://www.fesc.edu/pubs/Enargy%20Notes/EN-6-HTML).
3. DOE; Conser oing Energy and Heating Yorr Swimming pool with Soler Energy; DOE/GO-loloub-1077,Fs104,july 2000.
4. Cromer, C.; Solar Swimming pool Heating in Florida Collector Stzing and Economics; http; //www.fsec. ucf.edu/solar/Apps/POOLHTG/pool Szy.HTM, Revised May 2000.
5. Bomin Solar GmbH; The German swimming pool market and the economics of Solar heating; http:www.bomin-Solar.de/sdar-ehtm,jume 2002.
6. DOE; Swimming pools warm up to Energy-Saving Technologies; http:// www.eren.doe.gov/cities-comties, swim.html.
7. Al- Megnen, K. ; Wind Towers For Passive Cooling in Hot-And Regions; Doctoral Dissertation, University of Michigan, USA,1987.

Solar Energy Heating Swimming Pools in Desert Environment: a Case Study in Riyadh Region, Saudi Arabia

Dr. Khalid A. Megren Al-Saud & Dr. Nasser A. M. Al-Hemiddi

*Department of Architecture and Building Sciences, College of Architecture and Planning,
King Saud University, P.O. Box 57448, Riyadh 11574, Saudi Arabia.*

Abstract.

This research focuses on the feasibility of utilizing solar energy in heating swimming pools in desert environment. The research work was conducted during the past two years 2001 and 2002 at a swimming pool in a house in the countryside of Riyadh, Saudi Arabia. The main objective of the study was to investigate timing period in which solar energy can be utilized to heat swimming pools. Experimental work was conducted and analyses of measurements performed. Results indicate that the heating swimming pools is essential from December to March and less needed from September to May. During June, July and August heating is not needed. The research profess that solar energy heating is appropriate and recommended for swimming pools in hot and dry regions.