مجلة جامعة ذمار للعلوم الطبيعية والتطبيقية
11 -1 (2)B 2010

ISSN: 2073-0764
© 2010 Thamar University

TuJNaS

دراسة مقارنة لإنتاجية و كفاءة عمل نماذج من المجمعات الشمسية الحرارية في الظروف المناخية المختلفة في بعض مدن الجمهورية اليمنية

عبدالله احمد بارعدي ، محمد عبدالله السقاف ، محمد سعيد الجوهي

كلية الهندسة والبترول – جامعة حضرموت للعلوم والتكنولوجيا – حضرموت – اليمن
abdullah_raadi@yahoo.com

ملخص

يتناول البحث دراسة المجمعات الشمسية الحرارية المستوية ، المركّزات الشمسية البؤرية والمركزات ذي المقطع المكافئ الاسطواني ، لحل بعض مشكلات البيئة واستنزاف الوقود الاحفوري في اليمن ، واستثمارها في تشغيل أنظمة التسخين والتدفئة والتكييف الهوائي.
كما تمّ وضع منهج لحساب القدرة الحرارية للمتر المربع من سطحها الفاعل ، وكذلك حساب إنتاجيتها وكفاءة استخدامها في عدة مدن مختلفة المناخ والموقع الفلكي والطبوغرافي : صنعاء، وصعده ، وعدن، الحديدة ، وسيئون ، ومأرب و الريان.
استنتج من البحث أن : المجمعات الشمسية الحرارية المسطحة ، والمركزات الشمسية المحرقية و المركزات الشمسية ذي القطع المكافئ الاسطواني العاملة في المناطق اليمنية المدروسة تمتلك حسب ترتيبها النتائج الآتية :
القدرة الحرارية: 49-241W/m^2 و 153-792W/m^2 و W/m^2 350-2240. إنتاجية محطاتها الشمسية هي: 1.4-9 Mj/m^2 ، 5-30 Mj/m^2 و 10-81 Mj/m^2 ، ومعامل الاستخدام لقدرتها المنتجة: 52-96% ، 49-96% و45-95%.
هذه المؤشرات تؤكد إمكانية استخدام هذه المجمعات و المركزات الشمسية بفعالية في اليمن.
الكلمات الدليلة: إنتاجية حرارية ، مجمعات و مركزات شمسية ، اليمن، تدفئة و تسخين المياه.

المقدمة

في الوقت الحاضر أصبحت الطاقة الشمسية تلعب دوراً أساسياً في عملية التطوّر التكنولوجي والعمراني من خلال تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة حرارية وحركية وكهربائية وكذلك في التحويلات الفيزوحرارية في المحطات الشمسية ، التي يمكن استخدام دوراتها في نظام التبريد والتدفئة للمساكن الخاصة في المناطق الريفية ، و الحصول على درجات الحرارة التقنية المتوسطة والعالية والتي بدورها تستخدم في مراحل التصنيع وفي أعذاب مياه البحر و الصناعة و الزراعة والصحة[8].

إن تحويل الطاقة الشمسية وتجميعها لغرض الحصول على طاقة حرارية، حركية وكهربائية ، يحتاج إلى نظام تجميع شمسي حراري ، يطلق عليه نظام المجمعات الشمسية الحرارية المسطحة و المركزة ، وفي هذا البحث سوف نتطرق إلى دراسة

ومقارنة المجمعات الشمسية و نناقش مع تحليل نتائجها لمعرفة مدى إمكانية عملها في الظروف المناخية و الطقسية و الطوبوغرافيه للمدن الآتية: صنعاء ، وعدن، وصعده، والريان، والحديدة ، ومأرب و سيئون، لتعمل كنموذج يساعد على فهم كفاءة و عمل تلك المجمعات في اليمن عامة.

مشكلة البحث:

البحث يعمل في كيفية الاستفادة من الكميات الحرارية للطاقة الشمسية الساقطة على نماذج من المدن اليمنية المختلفة المناخ و الموقع الطوبوغرافي في عمليات التدفئة وتسخين المياه و تكييف الهواء وتوفير استهلاك الوقود الاحفوري خصوصا و إن اليمن يعاني من انخفاض محسوس في إنتاجه النفطي و خفض معامل التلوث في محيط هذه المدن . [1]

هدف البحث:

معرفة أمثل نماذج المجمعات و المركزات الشمسية الحرارية العاملة في بعض المدن اليمنية المختلفة في المتغيرات المناخية و المواقع الفلكية والطبوغرافية و تحديد قدراتها الحرارية و معدلاتها الإنتاجية و معامل استخدام قدرتها الإنتاجية لغرض استثمارها وقد تم اختيارنا للمواقع الآتية : عدن، وصعده ، وسيئون، والريان، والحديدة ، ومأرب و صنعاء .

طرق البحث وأدواته:

يسلك البحث المنهج الحسابي النظري ـ الإحصائي وتحليل النتائج لحل النقاط الآتية:

- لمحة مختصرة عن المجمعات الشمسية الحرارية المسطحة و كذا المركزات المحرقية و ذات المقطع المكافئ الاسطواني .

الحساب النظري للقدرة الحرارية للمجمع الشمسي الحراري المسطّح والمركزات الحرارية الشمسية المحرقية و المركزات ذي المقطع المكافئ الاسطواني.

- معرفة إنتاجية المحطات العاملة على هذه المجمعات و المركزات الشمسية .

معرفة مدى كفاءة عمل المجمعات و المركزات المختارة في المدن اليمنية : عدن ، وصعده، والحديدة ، والريان، وصنعاء، وعدن و سيئون و تحليل تلك النتائج باستخدام البيانات المناخية الاحصائية التجريبية لغرض المقارنة مع باقي مدن الجمهورية اليمنية.

أولاً: لمحة مختصرة عن أنواع المجمعات والمركزات الشمسية المختارة:

من المتعارف عليه أن هناك نوعان أساسيان من المجمعات الشمسية الحرارية هما: المجمعات المستوية والمجمعات البؤرية.

المجمعات المستوية: هي تلك المجمعات التي ليس لها تركيز بؤري أي أن الأشعة الشمسية الساقطة على تلك المجمعات يفقد جزء منها بسبب تشتتها وعدم تركيزها في نقطة واحدة وبذلك تعطي طاقة حرارية قليلة ، ومع ذلك فان ميزتها تتمثل في استقبال الأشعة الشمسية المباشرة والمشتتة والمنعكسة من الأجسام القريبة منها ، أي أنها تستقبل مجموع الأشعة الشمسية الساقطة في تلك المنطقة، ومعظم عملها يبنى على فكرة الصناديق الحرارية التي يسهل صنعها حيث تتطلب سطح له قابلية جيدة لامتصاص الأشعة الشمسية ويلامس هذا السطح مجموعة من الأنابيب التي يمر خلالها الماء أو أي مادة ناقلة للحرارة. ويغطى سطح هذه المادة التي تستقبل الأشعة الشمسية بمادة ذات لون اسود أو أي مادة ذات قدرة عالية على امتصاص الأشعة الشمسية ، ثم توضع هذه في

صندوق عازل للحرارة من اجل التقليل من الفقد الحراري، وهذه الصناديق يمكن أن تستخدم في تسخين المادة السائلة حيث تصل درجة حرارة العاملة فيها مابين 30-100oC وتعتمد على الظروف المناخية وخواص المجمع الشمسي وظروف الاستخدام. و معامل فعلها المفيد يبلغ مابين 30-50%. ونسبة المساحة التي تتطلبها100%، و لا تتطلب أي تتبع لمسار الشمس.

المركزات الشمسية : هي المجمعات التي من خلالها يتم تركيز الأشعة الشمسية الساقطة عليها لتصل درجة حرارتها العاملة مابين 500-1000oC وهذا يعني زيادة في مقدار الطاقة الحرارية التي يمكن الحصول عليها من هذه المجمعات مقارنة بالمجمعات الشمسية المستوية. ولهذا فإنها عادة تستخدم للحصول على درجات حرارية عالية ومتوسطة. علما بأنها لا يمكن لها استقبال الأشعة الشمسية المباشرة إلا بمساعدة ، ولهذا فهي تحتاج إلى آلية لمتابعة حركة الشمس خلال النهار من الشروق إلى الغروب. و معامل فعلها المفيد يبلغ مابين 50-75% و أما المساحة النسبية التي تتطلبها فتقع مابين 20-50% . ومنها ما يدور حول محور واحد المركز ذي المقطع المكافئ الاسطواني ، أو ما يدور حول محورين مثل المستلم المركز العامل في مجال العاكسات المسطحة الشمسية.

ومن أهم تلك المركزات الأكثر تعاملا في اليمن هي :

أ - المجمعات البؤرية . ب - المجمعات القطع المكافئ الاسطوانية [2,7].

ثانيا: حساب القدرة الحرارية المجمعات الشمسية المسطحة و المركزات البؤرية والمركزات ذي المقطع المكافئ الاسطواني المدروسة :

عند دراسة و تحليل عمل و كفاءة المجمعات الشمسية عند وضعها في بعض المدن اليمنية المختلفة المناخ والتضاريس : (عدن، وسيئون ، وصعده ، وذمار ، والريان، وصنعاء و تعز) ، فأن ذلك يتطلب ضرورة معرفة قيم الأشعة الشمسية الساقطة على المتر المربع لكل منطقة من هذه المناطق و معرفة القدرة الحرارية الشمسية الممتصة لكل متر مربع من أسطح هذه المجمعات الشمسية لهدف تقييم كفاءة عملها .و قد تم تقسيم هذا المنهج للحساب الحراري لهذه المجمعات الشمسية الحرارية إلى ثلاثة أقسام :

أ – حساب القدرة الحرارية للمجمعات الشمسية المستوية P_s ، W/m^2.

يتم حساب هذه القدرة الحرارية من خلال حل المعادلة الآتية [4,6]

$$P_s = I \times \alpha \times \gamma \times S \times Q_b \ldots\ldots\ldots(1)$$
$$Q_b = K(T_a - T_{o.c})$$

I : محصلة أشعة الشمس الفاعلة و الساقطة على سطح المجمع الشمسي W/m^2 .[3]

α : معامل امتصاص الإشعاع الشمسي.γ : معامل النفاذية للغطاء الزجاجي.

S :المساحة العاملة للسطح m^2 . Qь: محصلة الفقد الحراري،W

$T_{o.c}$;T_a: درجتي حرارة الوسط المحيط و الوسيط العامل لنقل الحرارة ^oK

K_c : معامل ضياع الحرارة الفاعل للمجمع الشمسي و تنحصر قيمته(1.2-10 $W/(m^2.^oC)$

ب – حساب القدرة الحرارية للمجمعات الشمسية البؤرية والقطع المكافئ P_c يتم كالآتي [5]:

$$P_c = I \times K \times \xi \times \alpha \times \rho \times S - Q_b \text{.....(2)}$$

ξ : معامل الكفاءة المفيدة البصرية للمركّز.K : معامل التركيز.
ρ : معامل الانعكاس لأطراف بؤرة الزجاج للمركّز.

ثانيا: حساب إنتاجية المجمعات المسطحة و المركزات المحرقية و ذي المقطع المكافئ الاسطواني الشمسي $Mj/m^2.Q$

و يتم الحصول على هذه القيم Q ، من خلال معرفة قيم القدرة الحرارية P (Ps, Pc)المشار إليهما في الأشكال 1,2,3 ، وبإيجاد قيم متوسط اليومي لعدد ساعات الإشراق لكل مدينة من المدن اليمنية المختارة قيم τ ، من جداول الإحصاء المناخي لمراكز الأرصاد اليمني ، و باستخدام المعادلة الآتية:[6]

$$W = P \times \tau \text{.....(3)}$$

W: الانتاجية الشهرية لمحطات الطاقة الشمسية، Mj/m^2.
P: القدرة الحرارية الشمسية و تؤخذ قيمها من بيانات الأشكال 1,2,3.
τ: المتوسط اليومي لساعات الإشراق المتواصلة ، ساعة.

ثالثا : حساب معامل الاستخدام للقدرة الحرارية المنتجة من المجمعات الحراريةη : المجمعات الشمسية المسطحة و المركزات البؤرية و ذي المقطع المكافئ الاسطواني:

معامل الاستخدام للقدرة المنتجة η يساوى النسبة بين المتوسط اليومي للقدرة الحرارية الواقعية للمجمع الشمسي P_L بالنسبة إلى القدرة الحرارية اليومية لنفس المجمع الشمسي عند السماء الخالية من الغيوم P_N .

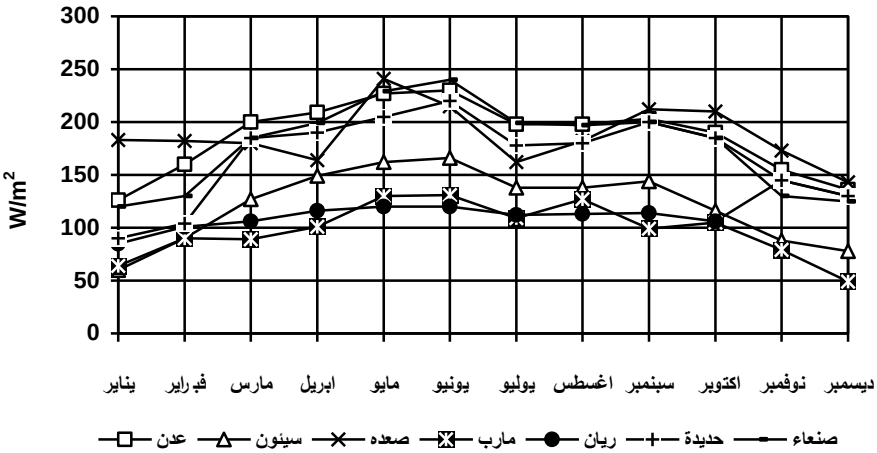
$$\eta = \frac{P_L}{P_N} \text{.....(3)}$$

η : بمعامل الاستخدام للقدرة المنتجة % .
P_L : المتوسط اليومي للقدرة الحرارية الواقعية للمحطة Mj/m^2.
P_N : القدرة الحرارية للمحطة عند السماء الخالية من الغيوم Mj/m^2..

النتائج و المناقشة:

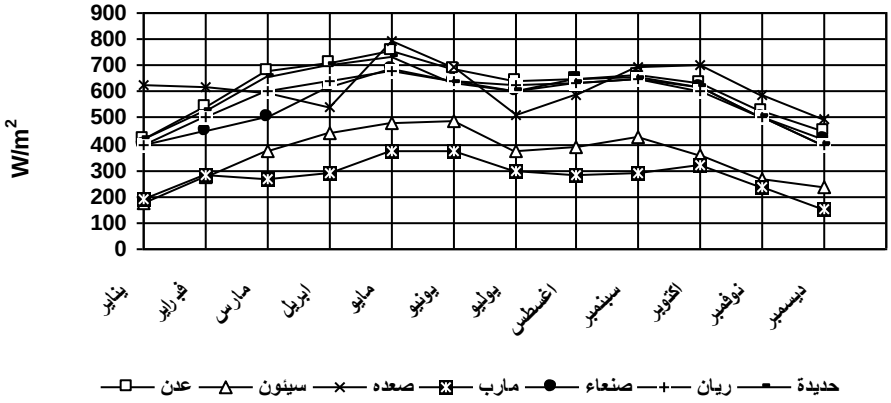
من خلال استخدام المعادلات الحرارية 1,2,3 وتحليل نتائجها واستخدام قيم عدد الساعات المشرقة في اليوم لكل المدن المدروسة تحصلنا على النتائج المبينة في الأشكال 1,2,3,4,5,6,7 . وهي تبين المقارنة بين القدرات الحرارية و إنتاجية المتر المربع من المجمع الشمسي الحراري المسطّح أو المركز الشمسي المحرقي أو ذو المقطع المكافئ الاسطواني و معرفة كفاءة عملها في كل المدن اليمنية المدروسة .

تبين الشكل 1 مقارنة نتائج حساب القدرة الحرارية للمتر المربع من السطح العامل من المجمع الشمسي الحراري المسطح في المدن اليمنية الآتية : عدن ، وسيئون ، وصعده، ومأرب وصنعاء، والريان و الحديدة ، إذ يلاحظ من تحليل نتائجه إن: صعده تمتلك أعلى قدرة حرارية تبلغ 241W/m2 في مايو مقارنة 120 W/m2 في الريان ، أما الانخفاض في القدرة حرارية في اطار المدن الضروسة فتقع في مأرب في ديسمبر وتبلغ $49W/m^2$ مقارنه $143W/m^2$ في صعده ، و ذلك في الشهر نفسه.



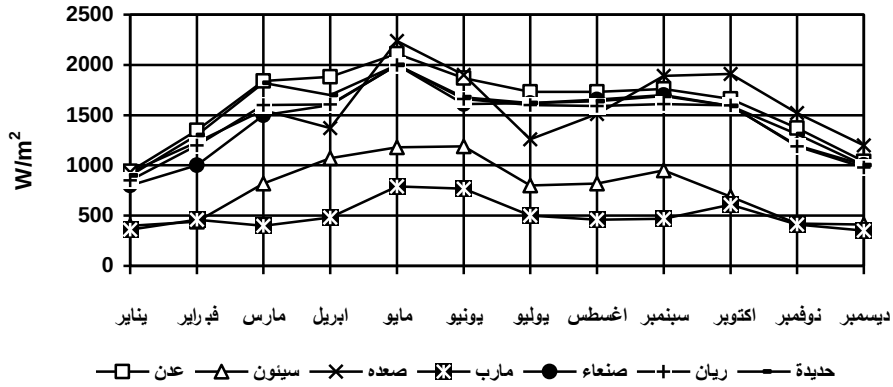
شكل (1): القدرة الحرارية للمجمع الشمسي المسطح و العامل بسطح امتصاص $1m^2$.

تبين النتائج المبينة في الشكل رقم 2 القدرة الحرارية للمركّز الشمسي الحراري البؤري ، الذي يمتلكها المتر المربع من سطح امتصاصه العامل، و يستنتج منها أن: أعلى قدرة حرارية له توجد في صعده و تقدر بحوالي 792 W/m2 في شهر مايو مقارنة بـ $377 W/m^2$ في مأرب للشهر نفسه، أما الانخفاض في القدرة الحرارية في إطار المناطق المدروسة فتقع في مأرب في شهر ديسمبر وتبلغ $153W/m^2$ مقارنه بـ $493 W/m^2$ في صعده ، في الشهر نفسه.



شكل (2): القدرة الحرارية للمركز الشمسي الحراري البؤري و العامل بسطح امتصاص $1m^2$

تبين النتائج المبينة في الشكل رقم 3 حساب القدرة الحرارية للمركّز الشمسي الحراري ذو المقطع المكافئ الاسطواني العامل بمتر مربع من سطح الامتصاص الحراري ، و يستنتج منها أن: أعلى قدرة حرارية له توجد في صعده و تقدر بحوالي $2240\ W/m^2$ في شهر مايو ، مقارنة بـ $790\ W/m^2$ في مأرب للشهر نفسه، أما الانخفاض في القدرة الحرارية في إطار المناطق المدروسة فتقع في مأرب في شهر ديسمبر وتبلغ $350\ W/m^2$ مقارنه بـ $1200\ W/m^2$ في صعده ، للشهر نفسه.



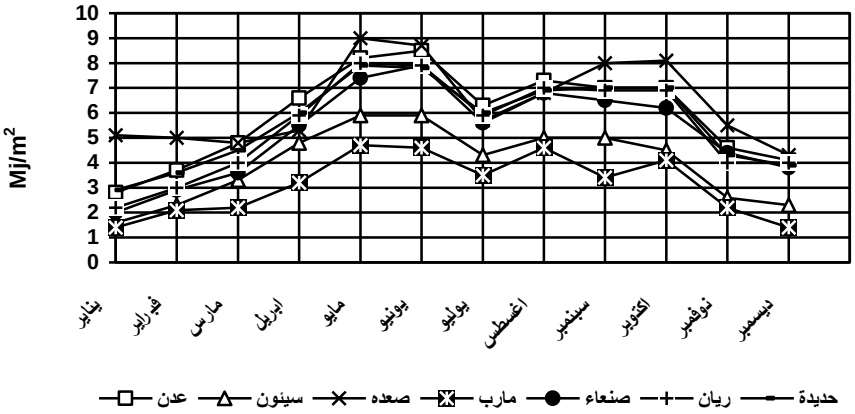
شكل (3): القدرة الحرارية للمركز الشمسي الحراري ذو المقطع المكافئ الاسطواني

من مناقشة بيانات الأشكال 1,2,3 يستنتج أن : المجمع الشمسي الحراري المسطح الأقل قدرة حرارية يليه المركز المحرقي في حين يمتلك المركز الشمسي القدرة الحرارة القيمة الأكبر، مثلا في شهر يونيو في مدينة عدن نجد أن: القدرة الحرارية الشمسية للمجمع المسطح $230\ W/m^2$ ، والمحرقي $687\ W/m^2$ ، و المركز ذو المقطع المكافئ الاسطواني $1870\ W/m^2$ و في شهر يناير

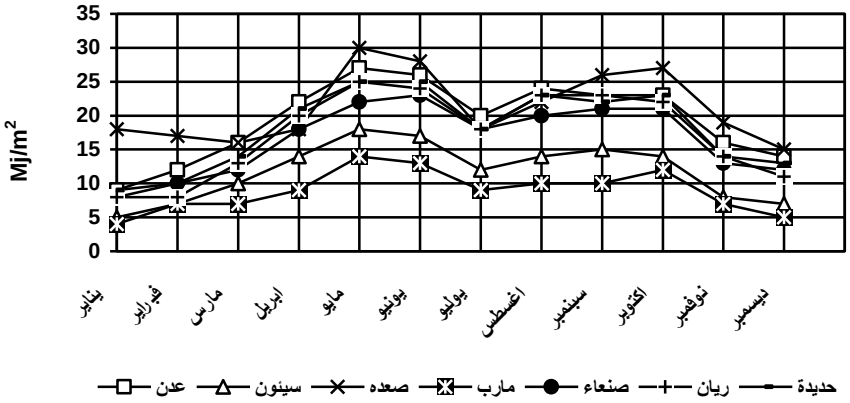
W/m^2 126 و419 ،940 .أما في صعدة بالنسبة لشهر يونيو نجد أن القدرة الحرارية للمجمع الشمسي المسطح W/m^2 215 ، المحرقي W/m^2 694 ، المكافئ الاسطواني W/m^2 1900 .و في يناير : للمسطح W/m^2 183 ، 628 ، 930.

كما تشير نتائج الأشكال 1,2,3 إلى أن فعالية عمل المركزات الشمسية العاملة على النظام المحرقي تكون جيدة في كل أنحاء اليمن في فصل الصيف ، أما في فصل الشتاء فيوصى باستخدامها في المناطق الجنوبية الغربية ، أما المركزات الشمسية الحرارية ذات المقطع المكافئ الاسطواني فتعمل في فصل الصيف بفعالية جيدة في جميع أنحاء مناطق اليمن، أما في فصل الشتاء فتعمل بفعالية أعلى في المناطق الشمالية و الجنوبية الغربية .

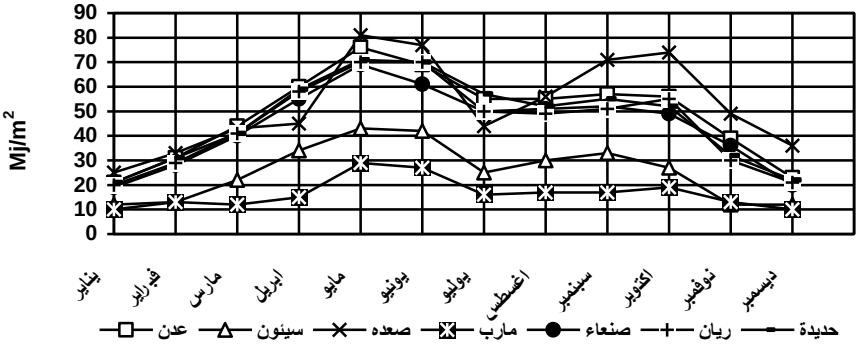
الأشكال رقم 4,5,6 فتبين نتائج حساب إنتاجية المتر المربع العامل من سطح للمجمعات المسطحة والمركّزات الشمسية الحرارية المحرقية و المركزات ذات المقطع المكافئ الاسطواني العاملة في محطات الطاقة في هذه المناطق، و يستنتج أن : الإنتاجية للمجمع المسطح تبلغ أعلاها في مايو و يونيو و اخفضها في يناير و نوفمبر .أما المركزات الشمسية المحرقية فإنتاجيتها تبلغ في أعظمها في شهر مايو و يونيو و يوليو و اخفضها في يناير و ديسمبر . المركزات الشمسية ذات المقطع المكافئ الاسطواني فتمتلك إنتاجية أعلى من المجمع المسطح و المركز المحرقي . من هنا يمكن استنتاج أن المجمع المسطح يمتلك أقل إنتاجية يليه المركز المحرقي أما المركز الشمسي ذو المقطع المكافئ الاسطواني يمتلك إنتاجية أكبر مقارنة بالمجمعين السابقين، هذا يعني أن المجمع الشمسي الحراري المسطح يمكن أن يستخدم عندما يتطلب إنتاجية صغيرة وهو قادر على العمل في كافة أنحاء مناطق اليمن و على مدار أيام السنة. أما المركزات الشمسية المحرقية فتمتلك إنتاجية جيدة على مدار أيام السنة ماعدا شهري ديسمبر و يناير ، أما المركزات الشمسية ذات المقطع المكافئ الاسطواني يمكن أن تستخدم في المحطات ذات الإنتاجية الحرارية الكبرى لإنتاج الطاقة الكهربائية وتعمل مابين أشهر ابريل ـ أكتوبر في كل مناطق اليمن ، ماعدا الشرقية منها.



شكل (4): إنتاجية محطة شمسية تعمل بالمجمع الشمسي الحراري المسطّح .

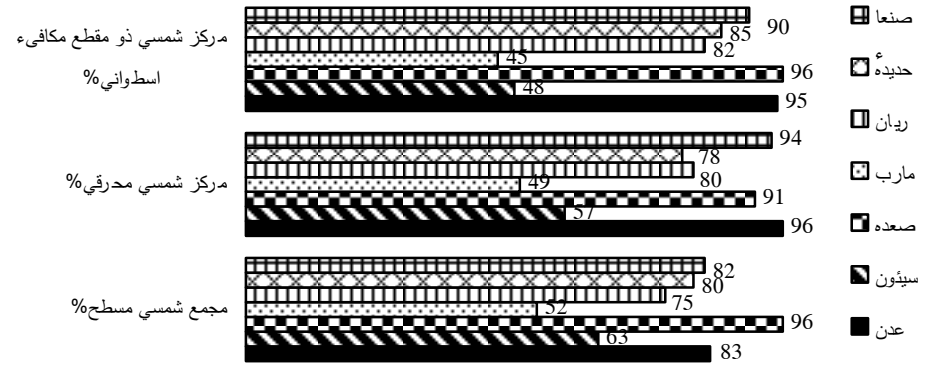


شكل (5): إنتاجية محطة شمسية تعمل بالمركز الشمسي الحراري المحرقي.



شكل (6): إنتاجية محطة شمسية تعمل بالمركز الشمسي ذي المقطع المكافئ الاسطواني .

أما بيانات الشكل 7 ، فتبين نتائج قيم معامل الاستخدام القدرة المنتجة من المحطات الشمسية العاملة بالمجمعات الحرارية المسطحة و المركزات الشمسية الحرارية المحرقية و ذات المقطع المكافئ الاسطواني ، والتي تشير إلى أن : معامل استخدام القدرة المنتجة للمجمع الشمسي الحراري المسطّح تتراوح مابين 96%-52 بالنسبة لصعدة و مأرب ، أما عند استخدام المركز الشمسي الحراري المحرقي ، فان قيمة المعامل تتراوح مابين 96%-49 بالنسبة لعدن و مأرب ، في حين بلغت قيمة معامل المركز الشمسي الحراري ذو المقطع المكافئ الاسطواني إلى ما بين 96%-45 بالنسبة لصعدة و مأرب.



شكل (7): معامل استخدام قدرة المحطات الشمسية الحرارية □ العاملة على : المركز الشمسي ذو المقطع المكافئ الاسطواني و المحرقي و المجمع المسطح لبعض المدن اليمنية %.

الخلاصة :

من خلال البيانات حول كمية الإشعاع الشمسي الساقط على المناطق المدروسة تم حساب القدرة الحرارية للمجمعات الشمسية الحرارية المسطحة و كذا حساب الإنتاجية الحرارية لكل من المركزات الشمسية الحرارية المحرقية و المركزات الشمسية الحرارية ذات المقطع المكافئ الاسطواني و الذي نتج عنه :

ـ تكون المجمعات الشمسية الحرارية المسطحة ملائمة للاستخدام خلال كل أيام السنة في كل أنحاء محافظات الجمهورية اليمنية ، شرط أن لا تكون القدرة الحرارية المطلوبة للاستهلاك كبيرة.

ـ المركزات الشمسية الحرارية ذات المقطع المكافئ الاسطواني ملائمة للاستخدام بفعالية في كافة مناطق اليمن مابين أشهر ابريل و حتى أكتوبر ، أما في باقي الأشهر فيمكن أن تستخدم فقط في الأجزاء الشمالية و الجنوبية الغربية منها.

ـ المركزات الشمسية الحرارية المحرقية، يمكن اعتبارها من أفضل المركزات الشمسية مقارنة بباقي المجمعات و المركزات الشمسية في اليمن. حيث يمكن استخدامها في كل أوقات السنة وفي كافة مناطق اليمن . إلا أن أكثر فعاليتها الإنتاجية تكون في المناطق الشمالية صيفا ، و في المناطق الجنوبية الغربية شتاءا.

ـ القدرة الحرارية العاملة للمجمعات الشمسية الحرارية المسطحة في المناطق اليمنية المدروسة تتراوح مابين W/m^2 49-241 و للمركزات المحرقية $153-792W/m^2$ وللمركزات الحرارية الشمسية ذات المقطع المكافئ الاسطواني $350-2240W/m^2$.

ـ إنتاجية المحطات الشمسية العاملة على المجمعات الشمسية المسطحة و المركزة الحرارية في المناطق اليمنية المدروسة تتراوح مابين $1.4-9Mj/m^2$ للمجمعات الشمسية الحرارية المسطحة و للمركزات الشمسية المحرقية Mj/m^2 5-30 ، و للمركزات الشمسية ذات المقطع المكافئ ألاسطواني $10-81 Mj/m^2$.

ـ معامل الاستخدام للقدرة المنتجة للمجمعات الشمسية تقدر قيمها كالآتي :

* معامل الاستخدام للقدرة المنتج من المجمعات الشمسية المسطحة تتراوح مابين 52-96%
* معامل الاستخدام للقدرة المنتج من المركزات الشمسية المحرقية تتراوح مابين 49-96%

* معامل الاستخدام للقدرة المنتج من المركزات الشمسية ذات المقطع المكافئ الاسطواني تتراوح مابين 95%-45.

المراجع:

1 . إحصائيات النفط و الغاز و المعادن (2007) العدد 7 وزارة النفط و المعادن ، اليمن

2. السيد .م.م ، فتحي.ق.أ ، مجاهد.أ.إ (1994)"االنماذج الحسابية لنظم الحرارية الشمسية"مركز النشر العلمي . جامعة الملك عبد العزيز . السعودية .ص245-171.

3. إسماعيل.ع.م(1999) " مناخ اليمن" مركز عبادي للنشر .صنعاء. اليمن.ص 60-50

4. بيكمان.يو، كلين.س، دايفي.ج(1982) " حساب أنظمة النقل الحراري الشمسية" باللغة الروسية ، دار الطاقة للنشر . موسكو . ص 29-21.

5.تفويدل. ج ، بيار.أ، (1990) "مصادر الطاقة المتجددة"، باللغة الروسية ، موسكو، الاتحاد السوفيتي، ص392.

6. دايفي.ج، بيكمان.ي.(1977) " العمليات الحرارية باستخدام الطاقة الشمسية " باللغة الروسية دار الطاقة للنشر . موسكو .ص 420.

7 . قورين .أ.ن ، ديروشينكو.أ.ف(2006)" بدائل أنظمة التبريد و تكييف الهواء" باللغة الروسية .نارودني برس للنشر، دينسك. أكرانيا ،ص 205-179.

8 . كتاني.علي (1982)" مستقبل الطاقة الشمسية بالوطن العربي" ورقة مقدمة المؤتمر الطاقة العربي الثاني بالدوحة / قطر 11-6 مارس، قطر.

A Comparative Study of the Productivity and Efficiency of Thermo-Solar Collector Models in Different Climatological Conditions in Some Regions in Yemen

Ba-raadi A.A , Al-Saggaf . M. A , Al-guhi M.S

Faculty of Engineering & Petroleum, , University for science & Technology, Hadramout, Yemen.
abdullah_raadi@yahoo.com

Abstract

This research studies and analyzes the flat heating solar collectors, the focus solar concentrators and the parabolic cylinder concentrators in order to provide a solution to some environmental problems and the decrease of oil so as to invest operating the heating systems in Yemen. A method has been used to calculate solar heating power of meter square of effective surface, production and efficiency of usage in several zones in Yemen: Sana'a, sa'ada, Aden, Hodeida, Sayon, Ma'rib, and Rayyan.

The research concludes that flat heating solar collectors, the focus solar concentrators and the parabolic cylinder concentrators have the following results: The heating power for each is 49-241W/m^2, 153-792W/m^2 , 350-2240. W/m^2, respectively. The production solar energy stations of the above mentioned are: 1.4-9 Mj/m^2, 5-30 Mj/m^2 , 10-81 Mj/m^2 , and the usage ratio of the productive power is 52-96% , 49-96% 45-95% .

This indicates the potentiality of using these collectors and concentrators in different zones in Yemen.

Key Words: Solar collectors, Yemen, The heating power, The usage ratio