

## طرق زيادة فاعلية محطات التحلية المتعددة التأثير ذات الضغط الحراري للبخار

د. حسين الربيعي

قسم الهندسة الميكانيكية كلية الهندسة / جامعة بغداد

E-mail : xyccaa@yahoo.com

### الملخص :

بهدف الإيفاء بالمتطلبات المستقبلية لإستهلاك المصادر التقليدية للطاقة والمياه العذبة تم في الدراسة الحالية بحث امكانية تطوير التصميم التقليدي لمحطات التحلية ذات الضغط الحراري للبخار للعمل بنظام مشترك شمسي يتم فيه خلال ساعات النهار تحقيق نظام مشترك لإنتاج الطاقة الكهربائية ومياه التحلية ، واستخدام مصفوفة مجمعات شمسية تركيزية من نوع القطع المكافئ الأسطواني في تجهيز جزء من معدل استهلاك الطاقة الحرارية للمركز الكهروحراري. وبناء على ما تقدم تم في البحث وباستخدام طريقة النمذجة الرياضية دراسة فاعلية التصاميم المقترحة للمراكز الكهروحرارية. وبصفة مقياس للفاعلية الحرارية والحفاظ على أدنى مستوى من التلوث للوسط المحيط تم اعتماد مقدار التوفير في كمية الوقود المستهلكة نتيجة لاستخدام التصاميم المقترحة مقارنة مع التصميم التقليدي لمحطات التحلية المتعددة التأثير ذات الضغط الحراري للبخار ومحطة تعويضية لإنتاج الطاقة الكهربائية في الشبكة. وقد بينت نتائج الدراسة فاعلية تطوير محطات التحلية المتعددة التأثير ذات الضغط الحراري للبخار إلى مراكز كهروحرارية مشتركة شمسية. حيث بلغ مقدار التوفير الأدنى بكمية الوقود المستهلكة لإنتاج مياه التحلية  $216.8 \text{ ton.fuel/year}$  لكل MW من الطاقة الحرارية التصميمية لوحدة التحلية ذات الضغط الحراري للبخار. وطبقاً لذلك فإن مقدار الانخفاض في كمية ثاني أكسيد الكربون المطروحة للوسط المحيط  $660 \text{ ton/year.MW}$  وأكاسيد النتروجين  $286.3 \text{ kg/year.MW}$ . وذلك عندما تكون النسبة السنوية للمشاركة الشمسية في تجهيز معدل استهلاك الطاقة الحرارية للمركز الكهروحراري % 22.5. أما في حالة تصميم مركز كهروحراري شمسي فيه وحدة التحلية خلال ساعات النهار تعمل بنظام وحدات التحلية المتعددة التأثير ذات درجة الحرارة المنخفضة فإن نسبة الزيادة في المؤشرات السالفة الذكر % 72.5. حيث بلغ في هذه الحالة مقدار الطاقة الكهربائية التصميمية  $723.9 \text{ MW.hr/year.MW}$  وكمية مياه التحلية الشمسية المنتجة للمركز الكهروحراري  $24989.8 \text{ ton/year.MW}$ .

### 1 - المقدمة:

تعتبر الطاقة والمياه العذبة من أهم الموارد الطبيعية والضرورية للحياة. ونتيجة لنضوب مصادر الطاقة التقليدية والزيادة المستمرة في الحاجة البشرية للطاقة والمياه العذبة أصبح من الضروري الاقتصاد في استهلاك المتوفر من هذه الموارد الطبيعية. إن السبيل الأمثل لحل مشكلة المياه وتأمين مصادر الطاقة على الأمد البعيد والقريب يكمن في استغلال المصادر الثانوية للطاقة والطاقات الجديدة والمتجددة في إنتاج الطاقة الكهربائية ومياه التحلية [1,2]. وتشير نتائج الدراسات الحديثة في مجال الطاقة وتحلية مياه البحر إلى فاعلية استخدام المراكز الكهروحرارية البخارية المخصصة لإنتاج الطاقة الكهربائية ومياه التحلية باستخدام وحدات التحلية المتعددة التأثير [3]. وكذلك فاعلية استخدام الوحدات التربينوية البخارية من نوع الضغط المرتد في المراكز الكهروحرارية الصناعية وبشكل خاص عند معدلات التدفق المنخفضة لكمية البخار المجهزة للمستهلك الحراري [4]. وقد بينت نتائج الدراسة السابقة [5] فاعلية تطوير التصميم التقليدي لمحطات التحلية المتعددة التأثير ذات الضغط الحراري للبخار إلى محطات مشتركة يتم فيها استغلال مصفوفة المجمعات الشمسية التركيبية لتحقيق نظام مشترك شمسي لاستغلال المحطة على طاقة الإشعاع الشمسي والوقود التقليدي. ولكن من المشاكل السلبية لهذه النوعية من محطات التحلية هي ضرورة توفير مصدر للطاقة الكهربائية لتغطية الاستهلاك الذاتي للمحطة. مما يؤدي ذلك إما إلى زيادة حمل استهلاك الطاقة الكهربائية في الشبكة خلال ساعات النهار ( وذلك في حالة عمل المحطة بشكل متكامل مع الشبكة الكهربائية ) أو ارتفاع كلفة إنشاء المحطة ( في حالة تجهيز المحطة بوحدة مخصصة لإنتاج الطاقة الكهربائية ). هذا إلى جانب زيادة كلفة احتياطي الطوارئ لمصدر الطاقة الكهربائية بشكل كبير مع ارتفاع طاقة المحطة التصميمية لإنتاج مياه التحلية. وبناء على ما تقدم لحل المشاكل السلبية السابقة الذكر والإيفاء بالمتطلبات المستقبلية لاستهلاك المياه العذبة والمصادر التقليدية للطاقة وحفظ البيئة من مصادر التلوث سوف نتطرق في الدراسة الحالية إلى بحث فاعلية تطوير التصميم التقليدي لمحطة التحلية المتعددة التأثير ذات الضغط الحراري للبخار إلى مركز كهروحراري مخصص لإنتاج الطاقة الكهربائية ومياه التحلية يتم فيه استغلال مصفوفة المجمعات الشمسية

التركيزية لتحقيق نظام مشترك شمسي لاشتغال المركز الكهروحراري على طاقة الإشعاع الشمسي والوقود التقليدي.

## 2 - التصميم الأساسي لمحطة التحلية :

يتضمن التصميم الأساسي لمحطة التحلية المتعددة التأثير ذات الضغط الحراري للبخار ( الشكل (1)) مرجل بخاري (SB) يعمل على تجهيز المحطة بكمية البخار اللازمة لعمل الضاغط الحراري للبخار (TVC) وتشغيل حاقيات سحب الهواء والغازات من تأثيرات وحدة التحلية. هذا بالإضافة إلى كمية البخار المطلوبة لعمل خزان نزع الهواء والغازات المذابة (D) في مياه التغذية للمرجل.

وتسحب كمية المحلول الملحي اللازمة للتأثير الأول والثاني من التأثير الخامس. أما كمية المحلول الملحي اللازمة للتأثير الثالث والرابع فتجهز من التأثير السادس بعد أن يتم رفع درجة حرارتها بواسطة المبادل الحراري (HE) عن طريق الطاقة الحرارية لمياه التحلية المنتجة كما هو مبين في الشكل (1).

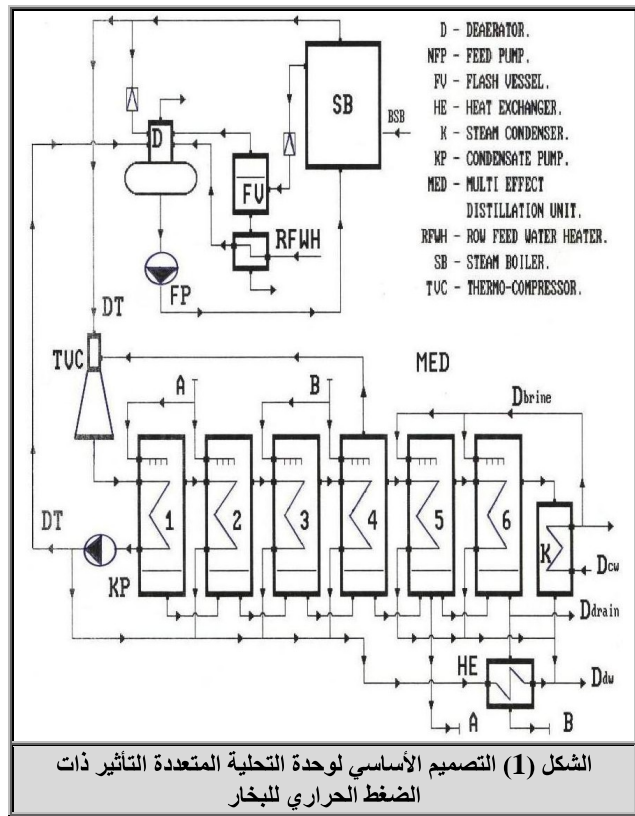
وكذلك يتضمن تصميم محطة التحلية منظومة الاستفادة من الطاقة الحرارية للمياه المستنزفة من اسطوانة المرجل : خزان التمدد (FV) ومسخن المياه التعويضية للمرجل (RFWH).

## 3 - التصميم المقترحة للمركز الكهروحراري المشترك الشمسي:

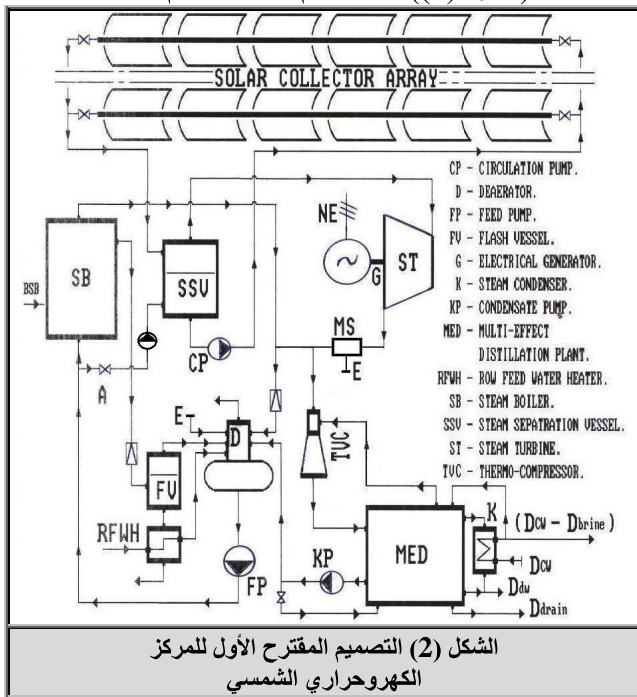
بهدف زيادة فاعلية محطات التحلية المتعددة التأثير ذات الضغط الحراري للبخار وتحقيق نظام مشترك لإنتاج الطاقة الكهربائية ومياه التحلية تم في الدراسة الحالية اقتراح التصميم التالية لتطوير التصميم الأساسي لهذه المحطات إلى مركز كهروحراري مشترك شمسي :

### 1.3 - التصميم المقترح الأول للمركز الكهروحراري الشمسي:

يتكون التصميم المقترح الأول للمركز الكهروحراري (الشكل(2)) من وحدة تربينية بخارية (ST) من نوع الضغط المرتد ، مصفوفة مجمعات شمسية تركيزية من النوع القطع المكافئ الأسطواني ، وخزان فصل البخار (SSV) . هذا بالإضافة إلى الأجزاء السابقة الذكر في التصميم الأساسي لمحطة التحلية (الفقرة (2)). وبذلك يتم وفقا للتصميم



وتتكون وحدة التحلية من ستة مبخرات مبروطة بشكل متتابع. وتضم المبخرات ( التي تشكل تأثيرات وحدة التحلية ) بداخلها على مساحة سطحية تعتبر كمكثف لكمية البخار المجهزة للتأثيرات . وبهذه الطريقة يتم في التأثير الأول تكثيف البخار المجهز لوحدة التحلية (DT) وجزء من كمية البخار المنتجة في التأثير الرابع (حيث يتم رفع ضغط هذا البخار عن طريق الضاغط الحراري إلى الضغط التصميمي للبخار المجهز للتأثير الأول من وحدة التحلية). أما التأثيرات الأخرى لغاية التأثير الأخير فتعتبر كمكثفات للبخار الثانوي المتولد داخل مبخرات وحدة التحلية. ويعمل المكثف (K) على تكثيف كمية البخار المنتجة في التأثير الأخير من وحدة التحلية. ويجهز التأثير الخامس والتأثير السادس على التوازي بكمية المحلول الملحي اللازمة لإنتاج مياه التحلية.





Qcv - القيمة الحرارية للوقود النوعي المستخدم في الدراسة (Qcv = 40756 kJ/kg).

وبذلك فإن البديل المناسب هو الذي يعطي أقصى قيمة لتكامل المعادلة (1) على مدار السنة . ولإجراء هذه الدراسة تم استخدام طريقة النمذجة الرياضية . حيث تم كتابة خوارزمية النموذج الرياضي للتصميم المقترح بما يتوافق مع الطبيعة التقنية والفيزيائية للتصميم المدروس وطريقة عمل المركز الكهروحراري في النظام المشترك الشمسي وطبقا للطرق المعتمدة والمستخدمه لإجراء هذه النوعية من الحسابات وهي :

\* طريقة حساب التصميم الحراري لمحطات التحلية المتعددة التأثير [ 7 ].

\* طريقة حساب الضواغط الحرارية [8].

\* طريقة السماء الصافية لتقدير كمية الإشعاع الشمسي على سطح الأرض [ 9 ] .

\* طريقة حساب التصميم الحراري للمجمعات الشمسية التركيبية من نوع القطع المكافئ لأسطواني [ 10 ] .

\* طريقة حساب التصميم الحراري للمراكز الكهروحرارية البخارية [ 11 ] .

ومن الجدير بالذكر تم في الدراسة الحالية لحساب كمية الإشعاع الشمسي على سطح الأرض اعتماد طبيعة الطقس والظروف المناخية لموقع المحطة عند زاوية خط عرض ( 32.78 deg ) . وكذلك تم استخدام الخواص التصميمية المعتمدة في الدراسة [12] للمجمعات الشمسية التركيبية.

#### 5 - نتائج دراسة فاعلية التصاميم المقترحة للمركز الكهروحراري المشترك الشمسي:

تعتمد فاعلية التصاميم المدروسة للمركز الكهروحراري الشمسي ( الفقرة 4 ) على الطاقة التصميمية لمصفوفة المجمعات الشمسية التركيبية وكذلك على المواصفات التصميمية وطريقة عمل التصميم المقترح في النظام المشترك الشمسي . وقد بينت نتائج دراسة فاعلية التصميم المقترح الأول للمركز الكهروحراري (الشكل (4)) ارتفاع مقدار التوفير في كمية الوقود المستهلكة (DBST1) مع زيادة الوقت الظاهري في الفترة الصباحية ( LAT < 12 hr ) إلى أن يصل إلى القيمة

للمرجل ومقدار الهبوط في كفاءة المرجل عند هذه الظروف التشغيلية [ 6 ] ) والمواصفات التشغيلية ( البديل (a) أو البديل (b) ) للمركز الكهروحراري في النظام المشترك الشمسي.

#### 4 - طريقة دراسة فاعلية التصاميم المدروسة للمركز الكهروحراري المشترك الشمسي:

إن اختيار التصميم المناسب للمركز الكهروحراري المشترك الشمسي بشكل مبدئي لا بد أن يكون على أساس الفاعلية الحرارية القصوى لعملية إنتاج الطاقة الكهربائية ومياه التحلية في المركز الكهروحراري. وبصفة مقياس للفاعلية الحرارية والحفاظ على أدنى مستوى من التلوث للوسط المحيط لهذه النوعية من المراكز الكهروحرارية تم في الدراسة الحالية اعتماد مقدار التوفير في كمية الوقود المستهلكة في التصميم المدروس مقارنة مع التصميم التقليدي لمحطة التحلية المتعددة التأثير ذات الضغط الحراري للبخار ومحطة تعويضية لإنتاج الطاقة الكهربائية. وبذلك فإن العلاقة الرياضية التي تعبر عن مقدار التوفير بكمية الوقود المستهلكة في عملية المقارنة هذه هي :

$$\Delta BST = \frac{QSB^0}{Qcv * ESB^0} * \frac{DDW^N}{DDW^0} + \frac{3600 * NE}{Qcv * EST} - \frac{QSB^N}{Qcv * ESB^N} \Rightarrow \text{max}$$

حيث :

QSB<sup>0</sup> - كمية الطاقة الحرارية المنتجة للمرجل في التصميم الأساسي لمحطة التحلية المتعددة التأثير (MJ/hr).

QSB<sup>N</sup> - كمية الطاقة الحرارية المنتجة للمرجل في التصميم المدروس للمركز الكهروحراري (MJ/hr).

ESBO - كفاءة المرجل عند الطاقة الإنتاجية التصميمية في التصميم الأساسي لمحطة التحلية المتعددة التأثير.

ESBN - كفاءة المرجل عند الطاقة الإنتاجية في النظام المشترك الشمسي للتصميم المدروس للمركز الكهروحراري.

DDWO - كمية مياه التحلية المنتجة في التصميم الأساسي لمحطة التحلية المتعددة التأثير (ton/hr).

DDWN - كمية مياه التحلية المنتجة في التصميم المدروس للمركز الكهروحراري المشترك الشمسي (ton/hr).

NE - كمية الطاقة الكهربائية المنتجة في التصميم المدروس للمركز الكهروحراري المشترك الشمسي (MW).

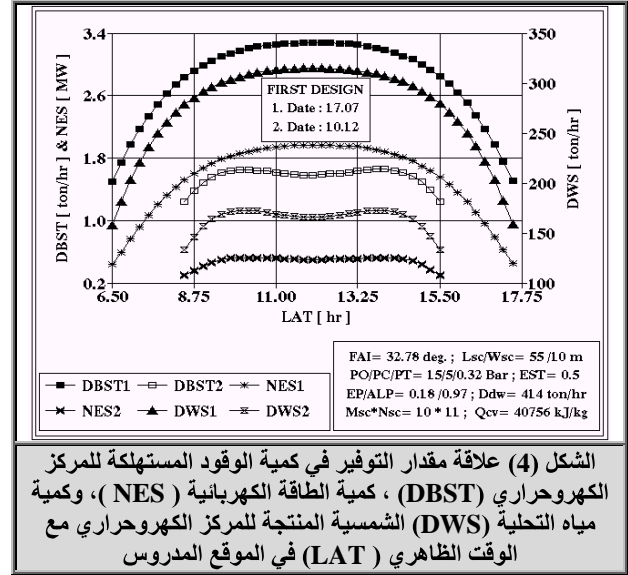
EST - كفاءة المحطة التعويضية لإنتاج الطاقة الكهربائية في الشبكة.



مقدار التوفير بكمية الوقود المستهلكة في الانخفاض مع زيادة الوقت الظاهري . وذلك بسبب هبوط كمية الإشعاع الشمسي المباشر التي تسقط على سطح مصفوفة المجمعات الشمسية وانخفاض كفاءة هذه المصفوفة. مما يؤدي ذلك إلى ارتفاع نسبة معدل استهلاك الطاقة الحرارية للمركز الكهروحراري عن طريق المرجل نتيجة لانخفاض كمية الطاقة الحرارية المنتجة لمصفوفة المجمعات الشمسية التركيبية. وكذلك يلاحظ من الشكل (4) لليوم المخصص من الشهر الثاني عشر هبوط مقدار التوفير في كمية الوقود المستهلكة (DBST2) مع زيادة الوقت الظاهري في الفترة (  $10 < LAT < 13 \text{ hr}$  ) إلى أن تصل إلى أدنى قيمة عند منتصف النهار حسب الوقت الظاهري (  $LAT = 12 \text{ hr}$  ). والسبب في ذلك يمكن تفسيره إلى ارتفاع معدل استهلاك الطاقة الحرارية للمركز الكهروحراري عن طريق المرجل (PLR2)، الشكل (5)) وانخفاض كمية الطاقة الحرارية المنتجة لمصفوفة المجمعات الشمسية التركيبية (QSCA2)، الشكل (5)). ومن ثم هبوط كمية الطاقة الكهربائية (NES2، الشكل (3)) ومياه التحلية (DWS2، الشكل (4)) الشمسية المنتجة للمركز الكهروحراري.

ويلاحظ من الشكل (5) زيادة كفاءة مصفوفة المجمعات الشمسية (ESCA) في الفترة الصباحية لاشتغال مصفوفة المجمعات الشمسية وانخفاضها في الفترة المسائية. والسبب في ذلك يمكن تفسيره إلى زيادة كمية الإشعاع الشمسي الممتص وهبوط كمية الفقد الحراري للوسط المحيط ( نتيجة لارتفاع قيمة معامل نقل الحرارة على السطح الداخلي لجدار الأنبوب الماص للإشعاع وكذلك درجة حرارة الوسط المحيط) في الفترة الصباحية. ومن ثم زيادة كمية الطاقة الحرارية المنتجة لمصفوفة المجمعات الشمسية بمقدار أكبر من الارتفاع في كمية الإشعاع الشمسي التي تسقط على سطح مصفوفة المجمعات الشمسية. أما في الفترة المسائية فإن مقدار الانخفاض في كمية الطاقة الحرارية المنتجة لمصفوفة المجمعات الشمسية أكبر من الهبوط في كمية الإشعاع الشمسي الممتص.

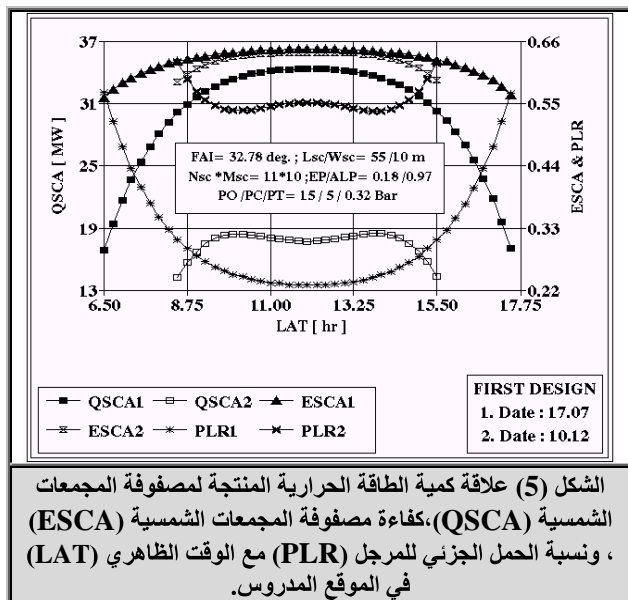
وقد تم دراسة المؤشرات الحرارية والبيئية النوعية (منسوبة لمعدل استهلاك الطاقة الحرارية (  $QT = 39.7 \text{ MW}$  ) في التصميم الأساسي لوحدة التحلية المتعددة التأثير (الفقرة 2)) لتصاميم المركز الكهروحراري المقترحة . حيث يلاحظ من الشكل (6) إن مقدار التوفير الأدنى بكمية الوقود المستهلكة خلال السنة (DBY) لإنتاج نوعي الطاقة في التصميم المقترح الأول للمركز الكهروحراري 216.8 ton/year لكل MW من معدل استهلاك الطاقة الحرارية لوحدة التحلية المتعددة التأثير. وطبقاً لذلك فإن مقدار الانخفاض في كمية



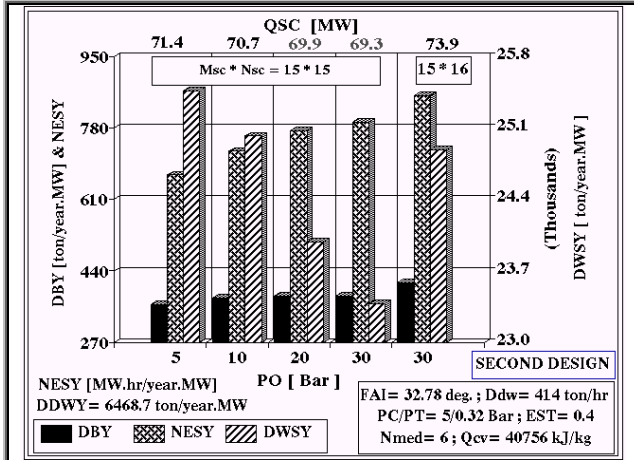
الشكل (4) علاقة مقدار التوفير في كمية الوقود المستهلكة للمركز الكهروحراري (DBST)، كمية الطاقة الكهربائية (NES)، وكمية مياه التحلية (DWS) الشمسية المنتجة للمركز الكهروحراري مع الوقت الظاهري (LAT) في الموقع المدروس

حسب الوقت الظاهري (  $LAT = 12 \text{ hr}$  ) لليوم

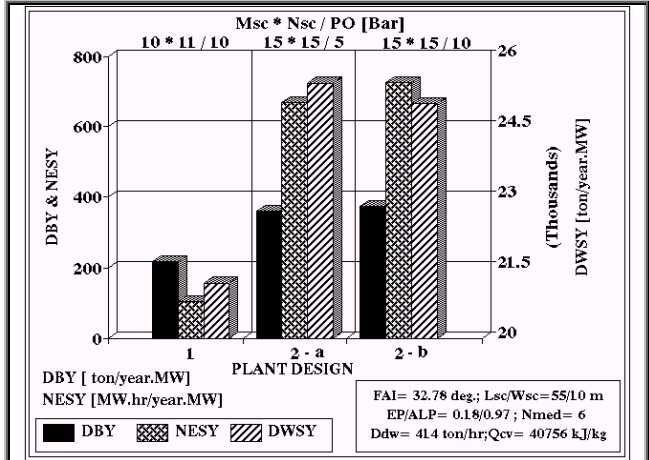
القصوى عند منتصف النهار المخصص من الشهر السابع. والسبب في ذلك هو زيادة كمية الطاقة الحرارية المنتجة لمصفوفة المجمعات الشمسية التركيبية (QSCA1، الشكل (5)) كنتيجة لارتفاع كمية الإشعاع الشمسي التي تسقط على سطح مصفوفة المجمعات الشمسية وزيادة كفاءة هذه المصفوفة (ESCA1، الشكل (5)). ومن ثم انخفاض معدل استهلاك الطاقة الحرارية للمركز الكهروحراري عن طريق المرجل (PLR1، الشكل (5)) وزيادة كمية الطاقة الكهربائية الشمسية (NES1، الشكل (4)) ومياه التحلية الشمسية (DWS1، الشكل (4)) المنتجة. وبالتالي هبوط معدل استهلاك الوقود في المركز الكهروحراري لإنتاج نوعي الطاقة. بعد ذلك كما هو مبين في الشكل (4) تبدأ قيمة



الشكل (5) علاقة كمية الطاقة الحرارية المنتجة لمصفوفة المجمعات الشمسية (QSCA)، كفاءة مصفوفة المجمعات الشمسية (ESCA)، ونسبة الحمل الجزئي للمرجل (PLR) مع الوقت الظاهري (LAT) في الموقع المدروس.



الشكل (7) علاقة مقدار التوفير في كمية الوقود المستهلكة خلال السنة (DBY) ، كمية الطاقة الكهربائية (NESY) ، وكمية مياه التحلية الشمسية المنتجة خلال السنة مع الضغط الابتدائي للبخار (PO)

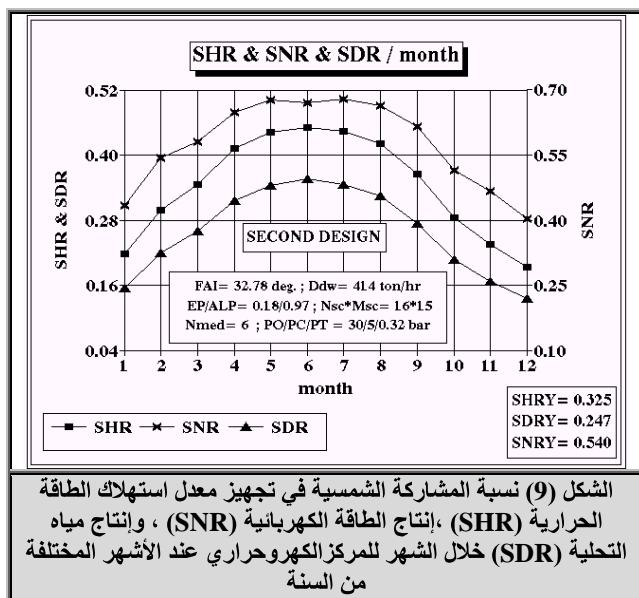


الشكل (6) مقدار التوفير في كمية الوقود المستهلكة خلال السنة (DBY) ، كمية الطاقة الكهربائية (NESY) ، وكمية مياه التحلية الشمسية المنتجة خلال السنة لتصاميم المركز الكهروحراري المقترحة.

إلى ارتفاع معدل استهلاك الطاقة الحرارية للمركز الكهروحراري. ومن ثم زيادة الطاقة الحرارية التصميمية لمصفوفة المجمعات الشمسية التركيبية ضمن المحددات التقنية السابقة الذكر أعلاه (الفقرة 3). وبالتالي انخفاض معدل استهلاك الوقود في التصميم المقترح للمركز الكهروحراري على إنتاج نوعي الطاقة خلال فترة عمل مصفوفة المجمعات الشمسية كنتيجة لارتفاع كمية الطاقة الحرارية الشمسية المجهزة خلال السنة عن طريق هذه المصفوفة لتغطية جزء من معدل استهلاك الطاقة الحرارية للمركز الكهروحراري. وكذلك يلاحظ من الشكل (7) عند ثبوت المساحة التصميمية لمصفوفة المجمعات الشمسية تنخفض كمية الطاقة الحرارية التصميمية (QSC) لهذه المصفوفة مع زيادة الضغط الابتدائي للبخار. والسبب في ذلك يمكن تفسيره إلى ارتفاع درجة حرارة التشبع المقابلة لضغط البخار المنتج في مصفوفة المجمعات الشمسية. ومن ثم زيادة كمية الفقد الحراري من السطح الماص للإشعاع لهذه المصفوفة إلى الوسط المحيط. وبالتالي هبوط كمية الطاقة الحرارية المنتجة لمصفوفة المجمعات الشمسية. وقد تم دراسة فاعلية البديل (b) للتصميم المقترح الثاني للمركز الكهروحراري على مدار السنة. حيث يبين الشكل (8) مقدار التوفير في كمية الوقود المستهلكة لإنتاج نوعي

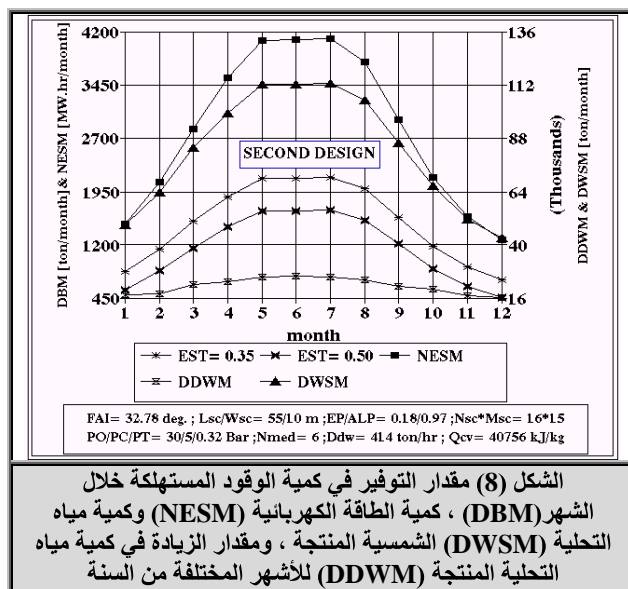
أكاسيد النتروجين (286.3 kg/year.MW) وثاني أكسيد الكربون (660 ton/year.MW) المطروحة للوسط المحيط. وكذلك يبين الشكل (6) في حالة البديل (a) للتصميم المقترح الثاني ارتفاع مقدار التوفير النوعي في كمية الوقود المستهلكة خلال السنة (DBY) بنسبة % 65.9. وذلك بسبب زيادة كمية مياه التحلية (DWSY) ، والشكل (6)) وكمية الطاقة الكهربائية (NESY، الشكل (6)) الشمسية المنتجة خلال السنة للمركز الكهروحراري. كنتيجة لارتفاع مقدار الهبوط في طاقة البخار داخل التربيننة البخارية وزيادة كمية الطاقة الحرارية التصميمية لمصفوفة المجمعات الشمسية ضمن المحددات التقنية السابقة الذكر أعلاه (الفقرة 3). أما في حالة البديل (b) للتصميم المقترح الثاني فإن نسبة الزيادة بمقدار التوفير النوعي في كمية الوقود المستهلكة خلال السنة % 72.5. والسبب في ذلك يعود ارتفاع معدل استهلاك الوقود لإنتاج الطاقة الكهربائية في الشبكة مقارنة مع معدل استهلاك الوقود لإنتاج مياه التحلية. وقد تم دراسة تأثير الضغط الابتدائي للبخار قبل التربيننة البخارية (PO) على المؤشرات الحرارية والبيئية النوعية لتصميم المركز الكهروحراري المقترح الثاني. حيث يلاحظ من الشكل (7) زيادة الضغط الابتدائي للبخار تؤدي إلى ارتفاع مقدار التوفير النوعي في كمية الوقود المستهلكة خلال السنة (DBY). وذلك بسبب زيادة كمية الطاقة الكهربائية الشمسية المنتجة خلال السنة (NESY، الشكل (7)) للتربيننة البخارية (نتيجة لارتفاع مقدار الهبوط في طاقة البخار داخل التربيننة البخارية) وثبوت مقدار الزيادة النوعي بكمية مياه التحلية المنتجة خلال السنة (DDWY) ، الشكل (7)) للمركز الكهروحراري. ومن جهة أخرى فإن زيادة الضغط الابتدائي للبخار تؤدي

التعويضية مقارنة مع كفاءة التصميم المدروس للمركز الكهروحراري على إنتاج هذه الطاقة.



الشكل (9) نسبة المشاركة الشمسية في تجهيز معدل استهلاك الطاقة الحرارية (SHR)، إنتاج الطاقة الكهربائية (SNR)، وإنتاج مياه التحلية (SDR) خلال الشهر للمركز الكهروحراري عند الأشهر المختلفة من السنة

وكذلك يلاحظ من الشكل (8) زيادة كمية الطاقة الكهربائية (NESM) وكمية مياه التحلية (DWSM) الشمسية المنتجة خلال الشهر للمركز الكهروحراري خلال فصل الصيف (الأشهر 8 : 4) مقارنة مع فصل الشتاء (الأشهر 12 , 11 , 2 , 1). وذلك بسبب ارتفاع عدد ساعات عمل المركز الكهروحراري في النظام المشترك لإنتاج الطاقة الكهربائية ومياه التحلية خلال فصل الصيف. كنتيجة لزيادة طول النهار بالموقع المدروس خلال هذه الفترة من السنة. ومن ثم عدد ساعات سطوع الشمس خلال اليوم. وبناء على ما تقدم يلاحظ من الشكل (9) ارتفاع نسبة المشاركة الشمسية في إنتاج الطاقة الكهربائية (SNR) مقارنة مع نسبة المشاركة الشمسية في تجهيز معدل استهلاك الطاقة الحرارية للمركز الكهروحراري (SHR). والسبب في ذلك يمكن تفسيره إلى طبيعة عمل التصميم المقترح للمركز الكهروحراري في النظام المشترك لإنتاج الطاقة الكهربائية ومياه التحلية (الفقرة 3). حيث تتم وبشكل مستمر على مدار اليوم عملية إنتاج مياه التحلية بينما يقتصر إنتاج الطاقة الكهربائية خلال اليوم على فترة وجود الإشعاع الشمسي. مما يؤدي إلى انخفاض كمية الطاقة الكهربائية المنتجة للمركز الكهروحراري. أما أسباب انخفاض نسبة المشاركة الشمسية في إنتاج مياه التحلية (SDR) مقارنة مع نسبة المشاركة الشمسية في تجهيز معدل استهلاك الطاقة الحرارية للمركز الكهروحراري (SHR) فتعود إلى زيادة كمية مياه التحلية المنتجة للمركز الكهروحراري خلال فترة وجود الإشعاع الشمسي. كنتيجة لعمل المركز الكهروحراري خلال هذه الفترة بالنظام المشترك لإنتاج نوعي الطاقة وتوقف الضاغط الحراري عن العمل. مما يؤدي إلى ارتفاع كمية البخار الثانوي المجهزة للتأثير الخامس



الشكل (8) مقدار التوفير في كمية الوقود المستهلكة خلال الشهر (DBM)، كمية الطاقة الكهربائية (NESM) وكمية مياه التحلية (DWSM) الشمسية المنتجة، ومقدار الزيادة في كمية مياه التحلية المنتجة (DDWM) للأشهر المختلفة من السنة

الطاقة خلال الشهر (DBM) وكمية الطاقة الكهربائية (NESM) وكمية مياه التحلية (DWSM) الشمسية المنتجة للمركز الكهروحراري للأشهر المختلفة من السنة. ويلاحظ من الشكل (8) ارتفاع مقدار التوفير في كمية الوقود المستهلكة (DBM) خلال فصل الصيف (الأشهر 8 : 4) مقارنة مع فصل الشتاء (الأشهر 12 , 11 , 2). والسبب في ذلك يمكن تفسيره إلى تعامد الشمس في الموقع المدروس (FAI= 32.78 deg) على نصف الكرة الأرضية الشمالي خلال فصل الصيف. هذا إلى جانب ذلك فإن نظام التحكم المستخدم في توجيه مصفوفة المجمعات الشمسية فيه محور بؤرة مركز الأشعة عبارة عن خط أفقي ممدود من الشمال إلى الجنوب. مما يؤدي ذلك إلى ارتفاع كمية الإشعاع الشمسي المباشر التي تسقط بصورة عمودية على سطح مستوي فتحة مركز الأشعة خلال هذه الفترة. وبالتالي زيادة كمية الطاقة الكهربائية ومياه التحلية الشمسية المنتجة للمركز الكهروحراري. وبذلك كما هو مبين في الشكل (9) سوف تتغير نسبة المشاركة الشمسية في تجهيز معدل استهلاك الطاقة الحرارية للمركز الكهروحراري من النسبة القصوى (SHR= 0.45) عند الشهر السادس إلى أدنى قيمة لها (SHR= 0.19) عند الشهر الثاني عشر. حيث تتعامد الشمس على نصف الكرة الأرضية الجنوبي خلال هذه الفترة. مما يؤدي ذلك إلى انخفاض معامل نفاذية الغلاف الجوي وارتفاع زاوية سقوط الإشعاع الشمسي المباشر على سطح مصفوفة المجمعات الشمسية. وبالتالي هبوط كمية الطاقة الحرارية المنتجة لمصفوفة المجمعات الشمسية التركيزية. وكذلك يبين الشكل (8) زيادة مقدار التوفير في كمية الوقود المستهلكة خلال الشهر مع انخفاض كفاءة المحطة التعويضية لإنتاج الطاقة الكهربائية (EST). والسبب في ذلك يعود إلى ارتفاع معدل استهلاك الوقود لإنتاج الطاقة الكهربائية في المحطة

والسادس من وحدة التحلية. وبالتالي زيادة كمية مياه التحلية المنتجة للمركز الكهروحراري.

## 6 - خلاصة النتائج والتوصيات:

تشير نتائج دراسة التصاميم المقترحة للمركز الكهروحراري المشترك الشمسي إلى:  
1.6 - فاعلية تطوير التصميم التقليدي لمحطات التحلية المتعددة التأثير ذات الضغط الحراري للبخار إلى مراكز كهروحرارية مشتركة شمسية (التصميم المقترح الأول). حيث بلغ مقدار التوفير الأدنى في كمية الوقود المستهلكة للمركز الكهروحراري 216.8 ton/year لكل MW من الطاقة الحرارية المجهزة لوحدة التحلية. وطبقا لذلك فإن مقدار الانخفاض في كمية أكاسيد النتروجين ( 286.3 kg/year.MW) وثاني أكسيد الكربون ( 660 ton/year.MW) المطروحة للوسط المحيط. وذلك عندما تكون النسبة السنوية للمشاركة الشمسية في تجهيز معدل استهلاك الطاقة الحرارية للمركز الكهروحراري 22.5 %.

2.6 - تطوير محطات التحلية (الفقرة 1.6) إلى مركز كهروحراري شمسي فيه وحدة التحلية خلال ساعات النهار تعمل بنظام وحدات التحلية المتعددة التأثير ذات درجة الحرارة المنخفضة (التصميم المقترح الثاني) يؤدي إلى ارتفاع المؤشرات السالفة الذكر بنسبة 72.5 % حيث بلغ في هذه الحالة مقدار الطاقة الكهربائية 723.9MW.hr/year.MW وكمية مياه التحلية 24989.8 ton/year.MW الشمسية المنتجة للمركز الكهروحراري. كما إن النسبة السنوية للمشاركة الشمسية في إنتاج الطاقة الكهربائية % 53.4 ومياه التحلية 24.4 %.

3.6 - زيادة النسبة السنوية للمشاركة الشمسية في تجهيز معدل استهلاك الطاقة الحرارية للمركز الكهروحراري الفقرة (2.6) لغاية % 32.5 ورفع الضغط الابتدائي للبخار قبل التبريد من 10 bar إلى 30 bar تؤدي إلى ارتفاع مقدار التوفير في كمية الوقود المستهلكة للمركز الكهروحراري لغاية 411.8 ton/year.MW. حيث بلغ في هذه الحالة مقدار الطاقة الكهربائية 856.9 MW.hr/year.MW وكمية مياه التحلية 24854 ton/year.MW الشمسية المنتجة للمركز الكهروحراري.

4.6 - فاعلية استخدام الوحدات التبريدية البخارية من نوع الضغط المرتد في المراكز الكهروحرارية المشتركة الشمسية المخصصة لإنتاج الطاقة الكهربائية ومياه التحلية. حيث في هذه الحالة عند توقف وحدة التحلية المتعددة التأثير عن العمل يمكن أن يعمل التصميم المقترح للمركز الكهروحراري بالنظام التكتيفي لإنتاج الطاقة الكهربائية. وذلك عن طريق تجهيز البخار (الخارج من التبريد البخارية) بصورة مباشرة إلى مكثف وحدة التحلية.

5.6 - ضرورة إجراء دراسة اقتصادية - حرارية لتحديد الخواص والمواصفات المثالية للتصميم المقترح للمركز الكهروحراري الشمسي التي تعطي أقصى فاعلية اقتصادية ممكنة. حيث بينت نتائج الدراسة إن مقدار التوفير في كمية الوقود المستهلكة يعتمد بشكل أساسي على مساحة مصفوفة المجمعات الشمسية التركيزية والخواص الابتدائية للبخار المجهز لوحدة التبريد البخارية. هذا بالإضافة إلى كفاءة المحطة التعويضية لإنتاج الطاقة الكهربائية في الشبكة.

الرموز المستخدمة مع الأشكال والرسوم التوضيحية:

BSB - معدل استهلاك الوقود للمرجل.  
Ddrain , Dbrine , Dcw - معدل تدفق مياه التبريد لوحدة التحلية ، المحلول الملحي المجهز لتأثيرات وحدة التحلية ، والمحلل الملحي المستنزف من وحدة التحلية على الترتيب .  
Ddw - الإنتاجية التصميمية لوحدة التحلية.  
ALP, EP - معامل انبعاثية وامتصاصية السطح الماص للإشعاع في المجمع الشمسي على الترتيب.  
FAI - زاوية خط العرض للموقع المدروس .  
KP , FP - مضخة مياه التغذية للمرجل وسحب مكثف البخار المجهز لوحدة التحلية .  
Nmed - عدد تأثيرات وحدة التحلية.  
Nsc - عدد الصفوف المتوازية في مصفوفة المجمعات الشمسية التركيزية.  
Msc - عدد المجمعات الشمسية المربوطة على التوالي في الصف الواحد من المصفوفة.  
PC, PT - ضغط البخار في نهاية إجراء التمديد داخل التبريد البخارية والمجهز للتأثير الأول من وحدة التحلية، وضغط البخار المجهز لأسطوانة الضغط المنخفض من التبريد البخارية.  
Qcv - القيمة الحرارية للوقود النوعي المستخدم في الدراسة.  
QT - معدل استهلاك الطاقة الحرارية في التصميم الأساسي لمحطة التحلية المتعددة التأثير.  
SB - مرجل تجهيز معدل استهلاك الطاقة الحرارية للمركز الكهروحراري .  
Lsc, Wsc - عرض وطول فتحة مركز الأشعة للمجمع الشمسي التركيزي على الترتيب.

## ٧. المصادر المستخدمة (References)

1. SVEN TESKE , 2004 , Solar Thermal Power 2020: A fine future for solar thermal electricity / Renewable Energy World, Vol. 7, No. 1, pp. 120 : 124 , January-February 2004.
2. HUSSAIN ALROBAEI , 2007 , Novel Integrated Gas Turbine Solar Cogeneration Power Plant / DEC, Halkidiki, Greece , 22 – 25 April 2007.



8. ZINGER N.M. & SOKOLOV E.E.A. , 1989, Thermo -compressors / Moscow – USSR , Energy Press , 352 pp..
9. MOUSTAFA M. ELSAYED & JAFFER A. SABBAGH , 1984, Design of Solar Thermal System / King Abdulaziz University, JEDDAH –22441 , SAUDIA ARABIA.
10. SUKHAME S.P.,1996, Solar Energy Principle of Thermal Collection and Storage / 2nd Edition , Tata McGraw Hill Pub, Co. Ltd. , INDIA.
11. SAZANOV B.V. & CITAK V.I., 1990, Thermal Energy System for Industrial Enterprises / Moscow – USSR , Energy Press , 304 pp. .
12. LIPPKE F. ,1996 , Direct Steam Generation in Solar Power Plant: Numerical Investigation of The Transient and Control of a Once –Trough System / Journal of Solar Energy Engineering (USA) , Vol. 118, pp. 9 : 14 , , February 1996.
3. Kronenberg G. and Lokiec F. , 2001, Low-temperature distillation processes In single- and dual–purpose plants./ Desalination 136, 189–197.
4. LYNN B. DI. TULLIO,1997 , Financing Back Pressure Turbine Cogeneration System / Cogeneration and Competitive Power Journal (USA) , Vol. 14 ,No. 3 , pp. 16 : 20.
5. HUSSAIN ALROBAEI, 2002, Study the Effectiveness of Hybrid Solar Multiple Effect Distillation Plants./ 1<sup>ST</sup> International Congress of Mechanics–Constantine ( ICM-C<sup>02</sup> ) , Department of Mechanical Engineering / University of Constantine , Algeria, 14 : 16 December 2002.
6. DONALD P. FIORINO, 2000, Cost-effective Industrial Boiler Plant Efficiency Advancements / Energy Engineering Journal ( USA ) , Vol. 97, No. 3 , pp. 7 : 26 .
7. SELESARNKO V.N.,1980, Desalination Plants / Moscow – USSR, Energy Press, 284 pp. .

## **ASPECTS FOR INCREASING THE EFFECTIVENESS OF THERMO-COMPRESSOR MULTI EFFECT DISTILLATION PLANTS**

**Dr. Hussain Alrobaei**  
**College of Engineering / University of Baghdad**  
**P.O.Box: 10018 , Baghdad , IRAQ**  
**E-mail: [xyccaa@yahoo.com](mailto:xyccaa@yahoo.com)**

### **ABSTRACT :**

Currently, there is a strong demand for efficient seawater desalination plants, which can meet the tougher environment regulation and energy saving requirements. From this standpoint the present work was undertaken to include the proposed schemes for repowering and modification of grid connected Thermo-Compressor Multi Effect Distillation (TC-MED) plants. The Modified Solar Distillation Plant (MSDP) during sunny periods may be applied to full cogeneration mode of operation with feeding the surplus electricity into Electrical Power Grid (EPG). To investigate the potential effect of the proposed schemes a computational models have been developed and implemented on simulation programs. The study result shows the effectiveness of proposed schemes. For the case study (MSDP with Low backpressure Turbine (LT) and annual share of solar thermal power generation 22.5 %) the economical effect amounts 216.8 ton/year for each MW design thermal power consumption of TC-MED and the corresponding decrease in MSDP exhaust gases emission (carbon dioxides (CO<sub>2</sub>) 660 ton/year.MW , nitrogen oxides (NO<sub>x</sub>) 286.3 kg/year.MW). Moreover implementation of MSDP-LT scheme for repowering and modification of conventional six effects TC-MED plant will increase the above sited environmental and thermal effectiveness by 72.5 % due to the 24989.8 ton/year.MW of annual solar distilled water production besides boosting 723.9MW.hr/year.MW of solar electricity in EPG.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.  
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.