طرق زيادة فاعلية وحدات التحلية من نوع الغليان الوميضي المتعدد المراحل*

د. حسين علي عبد الربيعي*

مقدمـــة

المعروف أن معظم الدول النامية ومنها الدول العربية تعاني من نقص كبير في المياه العذبة. وذلك لعدم توفر مصادر المياه الطبيعية التي يمكن استعمالها مباشرة أو بعد معالجة بسيطة من أنهار عذبة أو مخزون وفير من المياه الجوفية قليلة الملوحة. إن السبيل الأمثل للحصول على المياه العذبة للوفاء بمتطلبات المنطقة المائية يكمن في استخدام الطرق الكفيلة بجعل مياه البحر مصدراً من مصادر المياه الرئيسية. وقد بينت نتائج الدراسات السابقة [1,2] الفاعلية الاقتصادية للمراكز الكهروحرارية الصناعية المخصصة لإنتاج الطاقة الكهربائية والطاقة الحرارية المطلوبة للمستهلك الحراري. وفي بعض التطبيقات الصناعية من الممكن أن يكون المستهلك الحراري عبارة عن وحدة تحلية من نوع الغليان الوميضي المتعدد المراحل [3].

وتشير نتائج الدراسات الحديثة إلى فاعلية استخدام الوحدات التربينية البخارية من نوع الضغط المرتد في المراكز الكهروحرارية الصناعية وبشكل خاص عند معدلات التدفق المنخفضة لكمية البخار المجهزة للمستهلك الحراري [4] أو في حالة المراكز الكهروحرارية المزدوجة المخصصة لإنتاج الطاقة الكهربائية ومياه التحلية [3]. وكذلك بينت نتائج هذه الدراسة [3] ارتفاع درجة حرارة غازات العادم الخارجة من المركز الكهروحراري المزدوج نتيجة لارتفاع درجة حرارة رجوع متكثف البخار المجهز لوحدة التحلية. وكذلك لم تؤخذ بعين الاعتبار في هذه الدراسة إمكانية الإنتاج المنفصل لمياه التحلية باستخدام طرق التحلية الأخرى. حيث تم في الدراسة تحديد الفاعلية الاقتصادية والبيئية للمراكز الكهروحرارية المزدوجة على أساس المقارنة بين عملية الإنتاج المشترك والمنفصل للطاقة الكهربائية والطاقة الحرارية اللازمة لوحدات التحلية من نوع الغليان الوميضي المتعدد المراحل. وبناء على ما تقدم لزيادة فاعلية المراكز الكهروحرارية المزدوجة المخصصة لإنتاج الطاقة الكهربائية ومياه التحلية [3] سوف نتطرق في الدراسة الحالية إلى بحث إمكانية تطوير التصميم التقليدي لوحدة التحلية من نوع الغليان

* كلية الهندسة /جامعة سبها

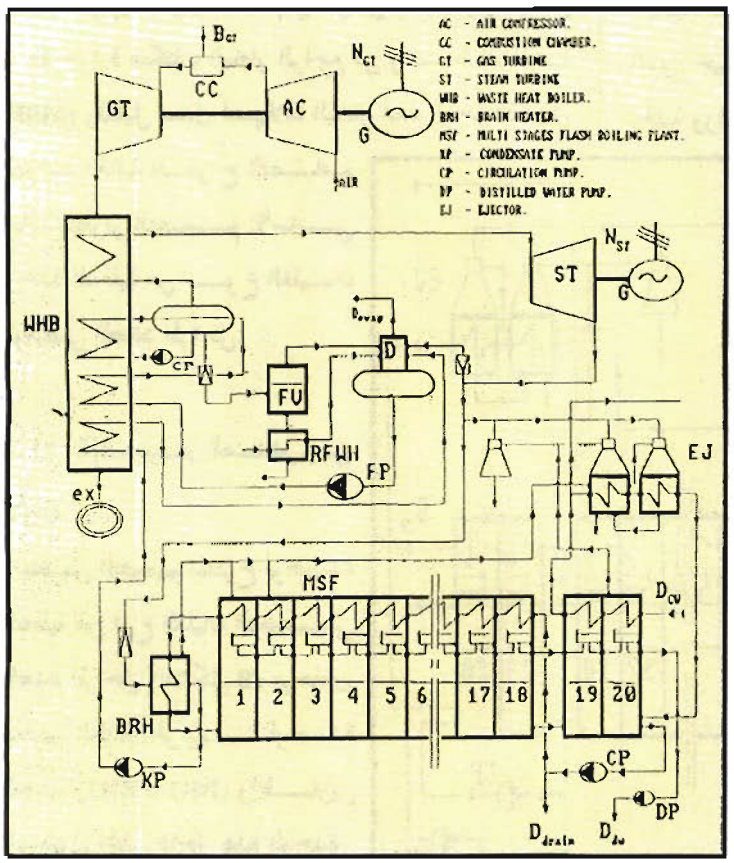
★ ورقة مقدمة لمؤتمر الطاقة والتحلية 20-2000/06/21 طرابلس-الجماهيرية

الوميضي المتعدد المراحل. وذلك عن طريق زيادة عدد الإطارات للمحلول المحلي داخل وحدة التحلية واعتماد مرحلتين لتجهيز الطاقة الحرارية لوحدة التحلية. وكذلك دراسة فاعلية هذه المراكز الكهروحرارية مقارنة مع عملية إنتاج مياه التحلية باستخدام وحدات التحلية من نوع التناضح العكسي [5].

1 - التصميم الأساسي للمركز الكهروحراري المزدوج المدروس

يتضمن تصميم المركز الكهروحراري المزدوج (الشكل A) وحدة توربينية غازية مصممة بدورة بسيطة (ضاغط للهواء AC، غرفة احراق CC، توربينة غازية GT، مولد كهربائي G). ويتم استغلال الطاقة الحرارية لغازات العادم الخارجة من التوربينة الغازية في مرجل (W H B) يعمل على إنتاج كمية البخار اللازمة لوحدة التحلية من نوع الغليان الوميضي المتعدد المراحل (M S F) وفق خواصه الابتدائية عند الوحدة التوربينية البخارية. حيث يجهز البخار المنتج في المرجل إلى الوحدة التوربينية البخارية ليتمدد داخل التربينة البخارية من نوع الضغط المرتد حتى خواصه التصميمية المطلوبة لوحدة التحلية (MSF). ويضمن التصميم الأساسي لوحدة التحلية من نوع الغليان الوميضي المتعدد المراحل (الشكل A) ثلاثة أجزاء رئيسية (المبادل الحراري الأساسي [B R H]، الجزء الأول من وحدة التحلية ويشمل الخلايا من الخلية الأولى إلى الخلية الثامنة عشرة والذي يتم فيه استرجاع الطاقة الحرارية إلى وحدة التحلية، الجزء الثاني من وحدة التحلية ويشمل الخلايا من الخلية التاسعة عشر إلى الخلية العشرين ويتم فيه طرح الطاقة الحرارية للوسط المحيط من خلايا هذا الجزء).

وكذلك يتضمن تصميم المركز الكهروحرازي خزان نزع الهواء والغازات المذابة (D) في مياه التغذية (يعمل عند ضغط 2.5 Bar) ومنظومة الاستفادة من الطاقة الحرارية للماء المستنزف من اسطوانة المرجل: خزان التمدد (F V) ومسخن للمياه التعويضية (R F W H) للمركز الكهروحراري كما هو مبين في الشكل (A).



الشكل (A) التصميم المدروس للمركز الكهروحراري المزدوج في حالة استخدام التصميم التقليدي لوحدة التحلية من نوع الغليان الوميضي المتعدد المراحل (MSF)

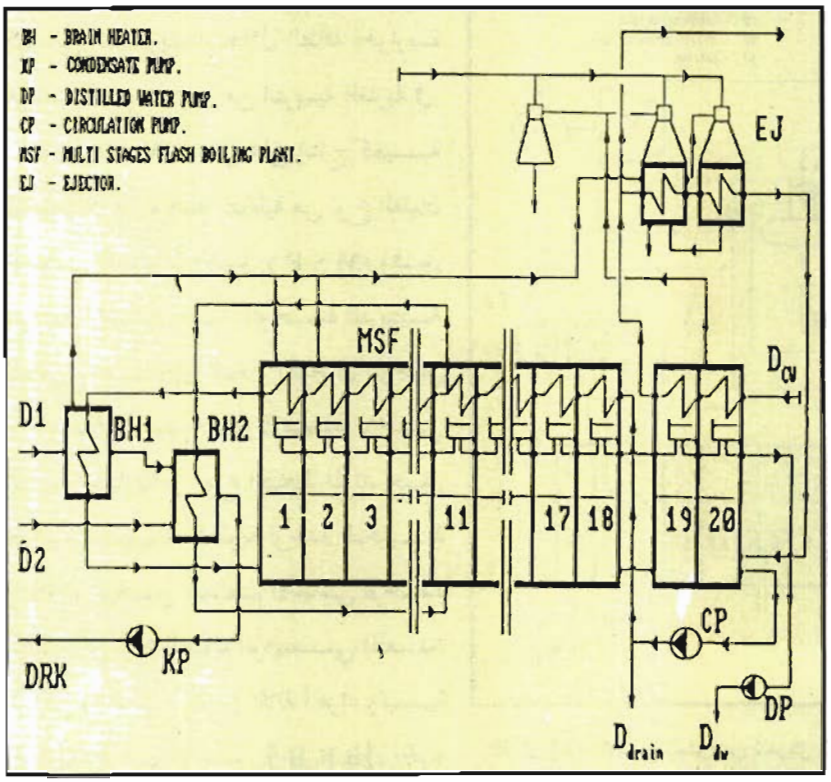
إضافة إلى ما تقدم تم في المرجل استخدام مسخن غـــازي لتسخين المتكثف الراجع من وحدة التحليـــة إلى درجـــة حرارة أصغر من درجة حرارة التشبع المقابلة لضغط خزان نزع الهواء بمقدار ($5\ ^{o}C$) .

2 – التصاميم المقترحة لتطوير وحـــدات التحلية

بهدف زيادة فاعليـــة التصميـــم المـــدروس للمركـــز الكهروحراري المزدوج عن طريق الاستفادة القصوى مـــن الطاقة الحرارية لغازات العادم في المرجل (WHB) وخفـض درجة حرارة متكثف البخار الراجع من وحـــدة التحليـــة (MSF) وتقليل معدل استهلاك البخار لهذه الوحـــدة تم في الدراسة الحالية اقـــتراح التصـــاميم التالية لتطوير التصميـــم الأساســـي لوحدة التحلية من نـــوع الفليـــان الوميضي المتعدد المراحل:

1.3– التصميـــم المـــدروس الأول

يتضمن التصميم المقترح لوحـــدة التحلية من نوع الفليان الوميضـــي المتعدد المراحل (الشكل B) مرحلتين لتجهيز الطاقة الحراريـــة لوحـــدة التحلية (BH1 ، BH2) وإطـــارين للمحلول المحلي داخل هذه الوحدة. حيث يتم تجهيز الطاقـــة الحراريـــة للمحلول المحلي في الإطـــار الثـــاني عن طريق معدل التدفـــق الإضـــافي للمياه (D2) في المسخن الغازي للمرجل ومتكثف البخـــار (D1) المستنزف من مسخن المحلول المحلي في الإطـــار الأول (BH1). مما يؤدي ذلك إلى هبوط معدل استهلاك البخـــار لوحدة التحلية (D1) والاستفادة القصوى مـــن الطاقـــة الحرارية لغازات العادم في المرجل نتيجة لانخفاض درجـــة حرارة المياه المستنزفة من المسخن الثـــاني (BH2) لوحـــدة التحلية. حيث تم تحديـــد درجـــة حـــرارة هـــذه الميـــاه TRK=80C في التصميم المقـــترح. وذلك لمنـــع تـــآكل أنابيب المسخن في حالة وجود نسبة من مركبات الكبريت في غازات العادم. وبناء على ما تقدم تم اختيـــار الخليـــة الحادية عشرة لسحب وتجهيز المحلول المحلـــي في الإطـــار الثاني. حيث يتم سحب هذا المحلول مـــن مكثـــف هـــذه الخلية ورفع درجة حرارته داخل المسخن الثاني (BH2) إلى



الشكل (B) التصميم المقترح الأول لتطوير وحدة التحلية (MSF)

درجة حرارة مساوية لدرجة مساوية لدرجة حرارة تجهيز المحلول المحلي للخلية الحادية عشرة.

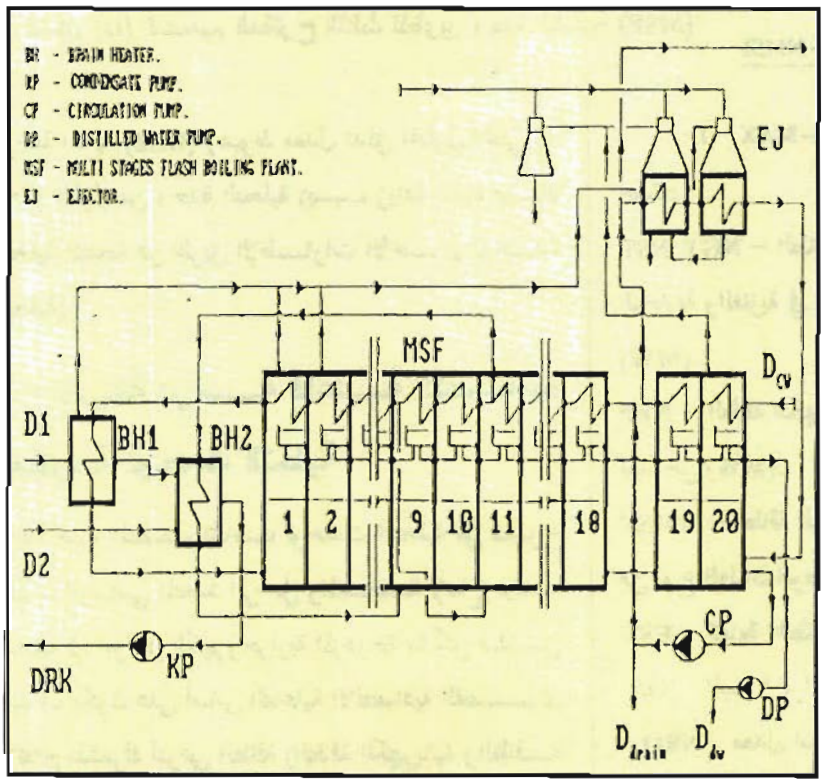
2.3 – التصميم المدروس الثاني

بهدف زيادة فاعلية التصميم المقترح الأول (الشكل B) تم اقتراح رفع درجة حرارة المحلول المحلي في الإطار الثاني إلى درجة حرارة تساوي درجة تجهيز المحلول المحلي للخلية التاسعة وتشكيل إطار ثالث للمحلول المحلي عن طريق سحب كمية محلول محلي من مكثف الخلية التاسعة وتجهيزه إلى الخلية الحادية عشرة (حيث تتوافق درجة حرارته مع درجة حرارة تجهيز المحلول المحلي للخلية الحادية عشرة). وبذلك سوف ينخفض معدل استهلاك البخار (D1) لوحدة التحلية (الشكل C) مقارنة مع التصميم الأساسي لهذه الوحدة. وذلك بسبب هبوط كمية مياه التحلية المنتجة عن طريق الإطار الأول للمحلول المحلي. ومن ثم انخفاض معدل تدفق المحلول المحلي في المسخن الأول (BH1) لوحدة التحلية.

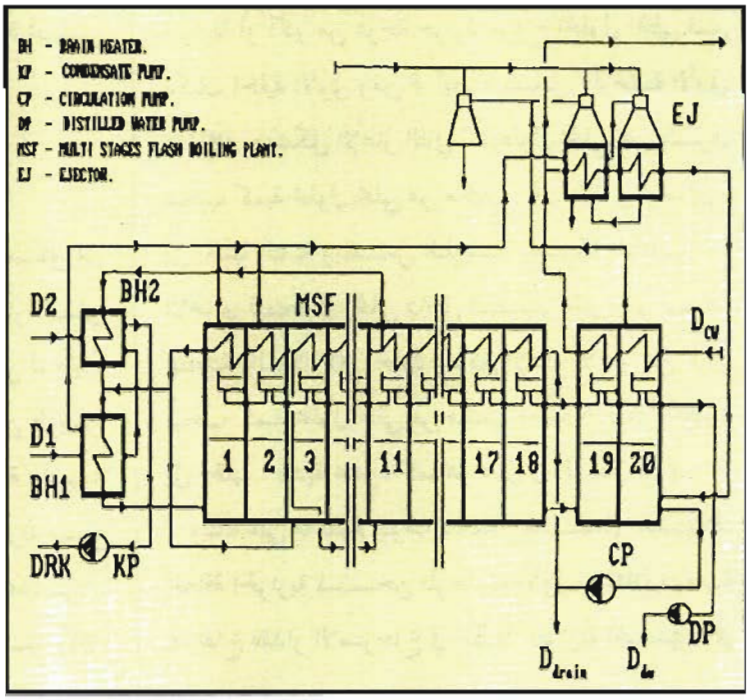
3.3– التصميم المدروس الثالث

في حالة ارتفاع كمية الطاقة الحرارية المجهزة لوحدة التحلية في المرحلة الثانية (BH2) يمكن زيادة فاعلية التصميم المقترح الثاني لوحدة التحلية (الشكل C) عن طريق تسخين المحلول المحلي في المرحلة الثانية إلى درجة حرارة مساوية أو أكبر من درجة حرارة خروج المحلول المحلي من مكثف الخلية الأولى ومن ثم تجهيزه لمسخن المرحلة الأولى (BH1). ويشكل الإطار الثاني للمحلول المحلي عن طرق سحب كمية محلول محلي من مكثف الخلية الأولى وتجهيزه إلى الخلية الثانية وبنفس الطريقة تشكل الإطارات الأخرى للمحلول المحلي داخل التصميم المقترح لوحدة التحلية (الشكل D). حيث يشكل الإطار الأخير عن طريق سحب كمية محلول محلي من مكثف الخلية التاسعة وتجهيزه إلى الخلية الحادية عشرة كما هو مبين في الشكل (D).

وبناء على ما تقدم سوف ينخفض معدل استهلاك الطاقة الحرارية لمسخن المرحلة الأولى (BH1) نتيجة لارتفاع مقدار الاسترجاع في الطاقة الحرارية المجهزة في



الشكل (C) التصميم المقترح الثاني لتطوير وحدة التحلية (MSF)



الشكل (D) التصميم المقترح الثالث لتطوير وحدة التحلية (MSF)

المرحلة الثانية (BH2) وهبوط معدل تدفق المحلول المحلي في الإطار الأول من وحدة التحلية (بسبب زيادة كمية مياه التحلية المنتجة عن طريق الإطارات الأخرى لوحدة التحلية).

3 – طريقة دراسة فاعلية التصاميم المقترحة لوحدات التحلية

إن اختيار التصميم المناسب لوحدات التحلية من نوع الفليان الوميضي المتعدد المراحل والمستخدمة لإنتاج مياه التحلية في المراكز الكهروحرارية المزدوجة بشكل مبدئي لابد أن يكون على أساس الفاعلية الاقتصادية القصوى الإنتاج المشترك لنوعي الطاقة (الطاقة الكهربائية والطاقة الحرارية اللازمة لإنتاج مياه التحلية). وبصفة مقياس للفاعلية الاقتصادية والحفاظ على أدنى مستوى من التلوث للوسط المحيط لهذه النوعية من المراكز الكهروحرارية تم في الدراسة اعتماد مقدار التوفير في كمية الوقود المستهلكة نتيجة لعملية الإنتاج المشترك مقارنة مع عملية الإنتاج المنفصل للطاقة الكهربائية ومياه التحلية (باستخدام وحدات التحلية من نوع التناضح العكسي).

وبذلك فإن العلاقة الرياضية التي تعبر عن مقدار التوفير في كمية الوقود المستهلكة في عملية المقارنة هذه هي:

$$DBST = \frac{3600 \times (NST + NGT - NFP - NMSF}{Q_{cv} + EST} + \frac{3600 \times NRO \times D_{dw}}{Q_{CV} + EST} - BGT - MAX \quad (1)$$

حيث:

NGT, NST – الطاقة الكهربائية المنتجة للوحدة التربينية البخارية والغازية في المركز الكهروحراري المزدوج (MW).

NFP – الطاقة الكهربائية المستهلكة في مضخة التغذية للمرجل (MW).

NMSF – الطاقة الكهربائية المستهلكة في وحدة التحلية من نوع الفليان الوميضي المتعدد المراحل (MW).

EST كفاءة المحطة التعويضية لإنتاج الطاقة الكهربائية.

Qcv القيمة الحرارية للوقود النوعي (kJ/Kg).

NRO معدل استهلاك الطاقة الكهربائية النوعي لإنتاج مياه التحلية في وحدة التحلية من نوع التناضح العكسي (MW.hr/ton).

Ddw كمية مياه التحلية المنتجة لوحدة التحلية (ton/hr).

BGT معدل استهلاك الوقود النوعي في المركز الكهروحراري المزدوج (ton/hr).

ولغرض الحصول على البديل المناسب الذي يعطي أقصى قيمة لمقياس الفاعلية من العلاقة (1) تمت دراسة فاعلية المركز الكهروحراري المزدوج عند قيم مختلفة لمعدل استهلاك الطاقة الكهربائية النوعي لوحدة التحلية من نوع التناضح العكسي (NRO) وكفاءة المحطة التعويضية لإنتاج الطاقة الكهربائية (EST). وذلك في حالة استخدام التصميم الأساسي أو التصاميم المقترحة لوحدة التحلية من نوع الفليان الوميضي المتعدد المراحل في المركز الكهروحراري. هذا بالإضافة إلى دراسة تأثير درجة حرارة تجهيز المحلول المحلي الأولى (TB1) وعدد خلايا وحدة التحلية (N) على فاعلية التصاميم المقترحة لوحدة التحلية.

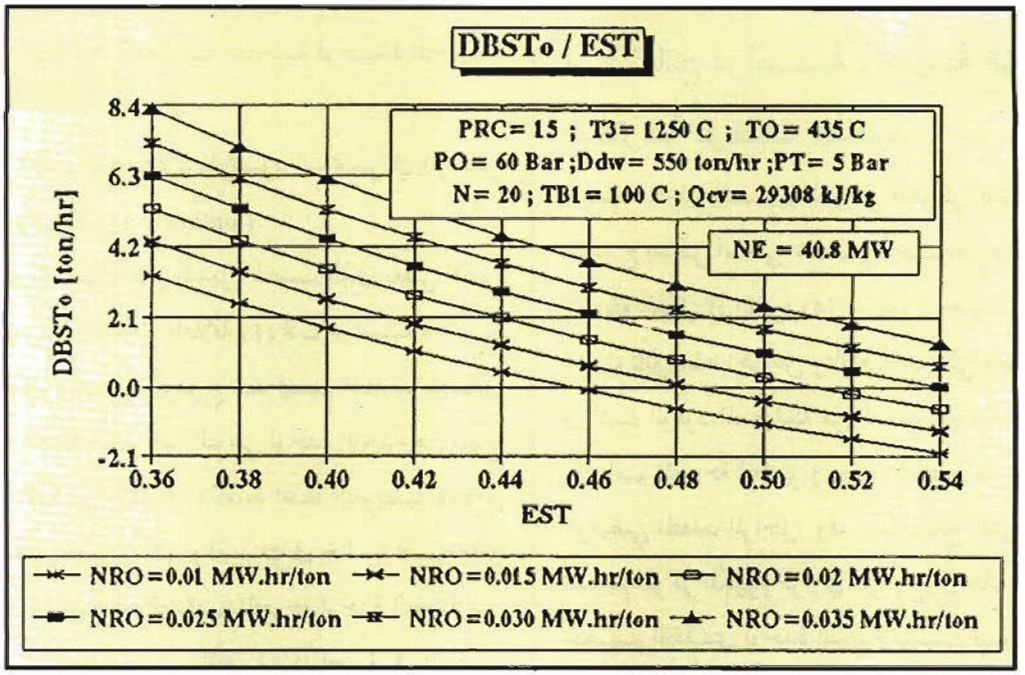
ومن الجدير بالذكر أنه تم في الدراسة اعتماد الخواص الثرموديناميكية الأساسية لتصميم المركز الكهروحراري المزدوج وفقاً لنتائج الدراسة السابقة [3]. وكذلك في عملية إعداد النموذج الرياضي لتصميم المركز الكهروحراري المزدوج ودراسة فاعلية التصاميم المقترحة تم استخدام الطرق التالية:

- طريقة حساب الوحدات التربينية الغازية ذات درجة الحرارة الابتدائية المرتفعة للغازات [6].
- طريقة حساب المراكز الكهروحرارية البخارية [7].
- طريقة حساب المراجل البخارية المخصصة لاستغلال المصادر الثانوية للطاقة [8].
- طريقة حساب وحدات التحلية من نوع الفليان الوميضي المتعدد المراحل [9].

4 - نتائج دراسة فاعلية التصاميم المقترحة لوحدات التحلية

تعتمد فاعلية التصميم المدروس للمركز الكهروحراري المزدوج بشكل أساسي على الخواص والمواصفات السابقة الذكر في الفقرة (4). لذلك تم إجراء دراسة لبحث تأثير هذه الخواص والمواصفات على مقدار التوفير في كمية الوقود المستهلكة من العلاقة (1) وتحديد فاعلية التصاميم المقترحة لتطوير وحدات التحلية من نوع الفليان الوميضي المتعدد المراحل. وقد بينت نتائج الدراسة على تصميم المركز الكهروحراري المزدوج في حالة استخدام التصميم التقليدي لوحدة التحلية من نوع الفليان الوميضي عند ثبوت كفاءة المحطة التعويضية لإنتاج الطاقة الكهربائية (EST) فإن زيادة معدل استهلاك الطاقة الكهربائية النوعي لوحدة التحلية من نوع التناضح العكسي (NRO) سوف تؤدي إلى ارتفاع مقدار التوفير في كمية الوقود المستهلكة (DBST) نتيجة لعملية الإنتاج المشترك للطاقة الكهربائية ومياه التحلية (الشكل [1]). والسبب في ذلك يمكن تفسيره إلى زيادة كمية الطاقة الكهربائية المستهلكة لإنتاج مياه التحلية. ومن ثم ارتفاع معدل استهلاك الوقود لإنتاج هذه المياه. وكذلك يبين الشكل (1) تأثير كفاءة المحطة التعويضية (EST) على مقدار التوفير في كمية الوقود المستهلكة (DBST). حيث يلاحظ من الشكل هبوط مقدار التوفير في كمية الوقود المستهلكة للمركز الكهروحراري المزدوج مع زيادة كفاءة المحطة التعويضية لإنتاج الطاقة الكهربائية. وسبب ذلك يمكن تفسيره إلى هبوط معدل استهلاك الوقود على إنتاج الطاقة الكهربائية ومياه التحلية في النظام المنفصل.

ويلاحظ كذلك من الشكل (1) عند قيم منخفضة لمعدل استهلاك الطاقة الكهربائية النوعي لوحدة التحلية

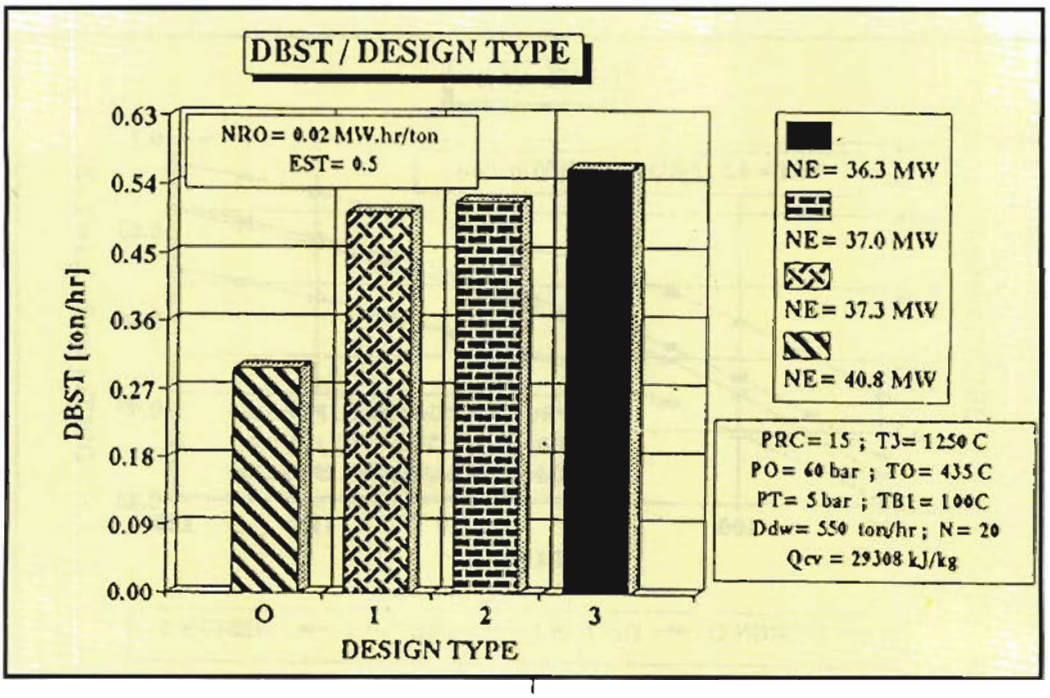


الشكل (1) علاقة مقدار التوفير في كمية الوقود المستهلكة (DBST) مع كفاءة المحطة التعويضية (EST) عند قيم مختلفة لمعدل استهلاك الطاقة الكهربائية النوعي (NRO) في حالة استخدام التصميم التقليدي لوحدة التحلية (MSF)

NRO<0.02 MW.hr/ton وقيم مرتفعة لكفاءة المحطة التعويضية لإنتاج الطاقة الكهربائية EST?0.5 يفقد التصميم المدروس للمركز الكهروحراري المزدوج فاعليته. وذلك بسبب ارتفاع معدل استهلاك الوقود لإنتاج الطاقة الحرارية اللازمة لوحدة التحلية في المركز الكهروحراري المزدوج وزيادة كمية الطاقة الحرارية المطروحة للوسط المحيط مع غازات العادم الخارجة من المرجل (كنتيجة لارتفاع درجة حرارة رجوع متكثف البخار من وحدة التحلية).

وقد تم دراسة تأثير التصاميم المقترحة لتطوير التصميم الأساسي لوحدة التحلية من نوع الفليان الوميضي المتعدد المراحل (الفقرة [3]) على مقدار التوفير في كمية الوقود المستهلكة (DBST). حيث يلاحظ من الشكل (2) استخدام التصاميم المقترحة أنه يؤدي إلى زيادة مقدار التوفير في كمية الوقود المستهلكة. وذلك بسبب الطاقة الحرارية المجهزة لوحدة التحلية عن طريق المرحلة الثانية (BH2) ومن ثم انخفاض معدل استهلاك البخار لمسخن المرحلة الأولى (BH1). مما يؤدي إلى انخفاض كمية الغازات المطلوبة لإنتاج كمية البخار اللازمة لوحدة التحلية في المرجل. وبالتالي هبوط معدل استهلاك الوقود للمركز الكهروحراري المزدوج بمقدار أكبر من الانخفاض في كمية الطاقة الكهربائية (NE) المنتجة للمركز الكهروحراري (الشكل [2]).

وكذلك يبين الشكل (2) ارتفاع مقدار التوفير في كمية الوقود المستهلكة للمركز الكهروحراري في حالة استخدام التصميم المقترح الثالث لوحدة التحلية (الشكل [D]) مقارنة مع التصاميم المقترحة الأخرى (الشكل [B]) والشكل [C]. والسبب في ذلك يعود إلى زيادة مقدار

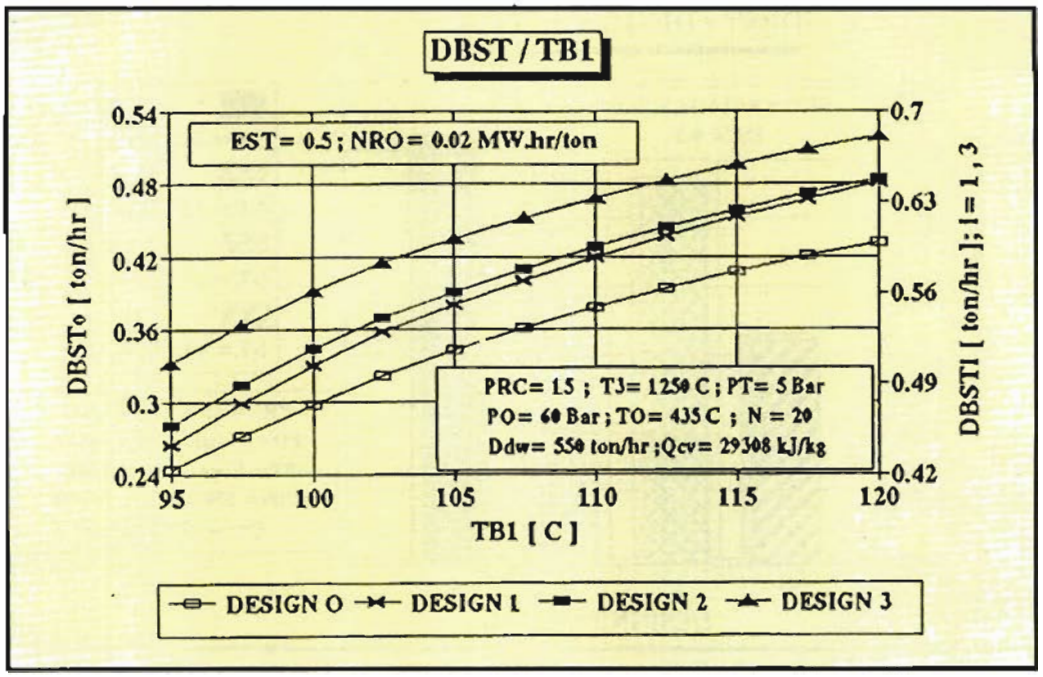


الشكل (2) مقدار التوفير في كمية الوقود المستهلكة (DBST) للمركز الكهروحراري في حالة استخدام التصاميم المدروسة لوحدة التحلية (MSF)

الاسترجاع في الطاقة الحرارية المجهزة لوحدة التحلية في المرحلة الثانية (BH2) وانخفاض كمية الطاقة الحرارية اللازمة لتسخين المحلول المحلي في المرحلة الأولى (BH1).

ومن الجدير بالذكر أنه بينت نتائج الحسابات باستخدام النموذج الرياضي ارتفاع فاعلية التصاميم المقترحة لتطوير وحدات التحلية من نوع الفليان الوميضي المتعدد المراحل مع زيادة كفاءة الخطة التعويضية لإنتاج الطاقة الكهربائية EST 0.45. وقد بلغ أدنى مستوى مع الزيادة بمقدار التوفير في كمية الوقود المستهلكة للمركز الكهروحراري المزدوج 7.5% مقارنة مع استخدام التصميم التقليدي لوحدة التحلية من نوع الفليان الوميضي المتعدد المراحل.

وقد تم دراسة تأثير درجة حرارة تسخين المحلول المحلي المجهز للخلية الأولى (TB1) من وحدة التحلية على فاعلية المركز الكهروحراري المزدوج. حيث يلاحظ من الشكل (3) في حالة جميع التصاميم المدروسة لوحدة التحلية ارتفاع مقدار التوفير في كمية الوقود المستهلكة للمركز الكهروحراري (DBST) مع ارتفاع درجة حرارة تسخين المحلول المحلي (TB1). وذلك بسبب انخفاض كمية المحلول المحلي المطلوبة لإنتاج مياه التحلية مع ارتفاع درجة حرارة تجهيز المحلول المحلي لوحدة التحلية. مما يؤدي إلى هبوط كمية البخار اللازمة لتسخين المحلول المحلي في المبادل الحراري الأساس لوحدة التحلية (في حالة التصميم التقليدي لوحدة التحلية) أو في المرحلة الأولى (BH1) لتجهيز الطاقة الحرارية لوحدة التحلية (في حالة التصاميم المقترحة لتطوير وحدة التحلية). وبالتالي هبوط معدل استهلاك الوقود على إنتاج نوعي الطاقة (الطاقة الكهربائية والطاقة الحرارية اللازمة لوحدة التحلية) في المركز

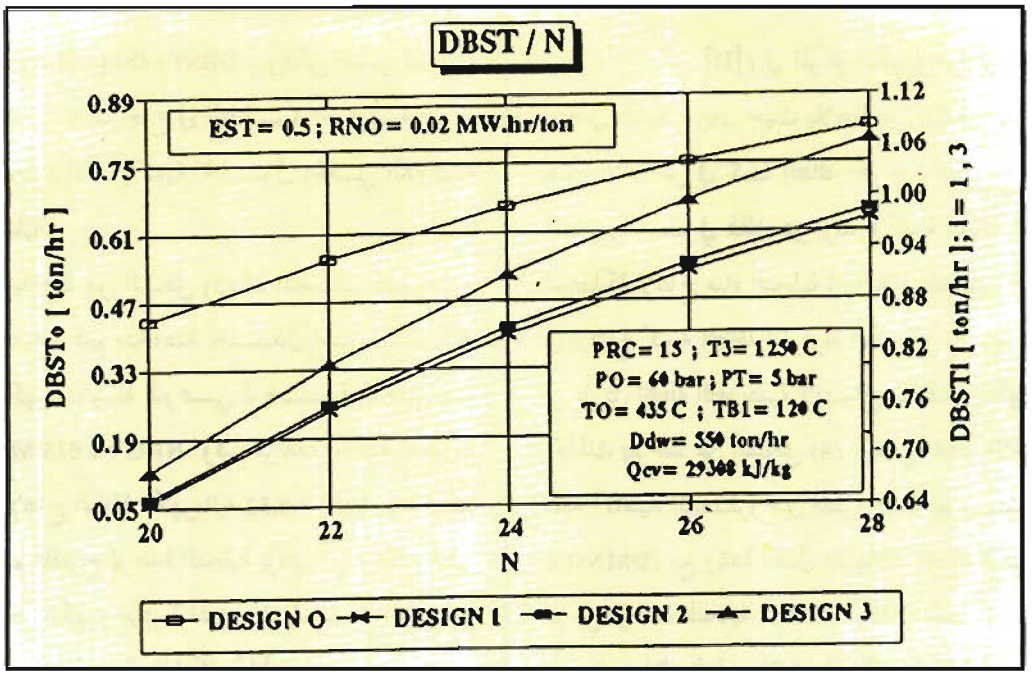


الشكل (3) علاقة مقدار التوفير في كمية الوقود المستهلكة (DBST) مع درجة حرارة تسخين المحلول الملحي (TB1) في حالة استخدام التصاميم المدروسة لوحدة التحلية (MSF)

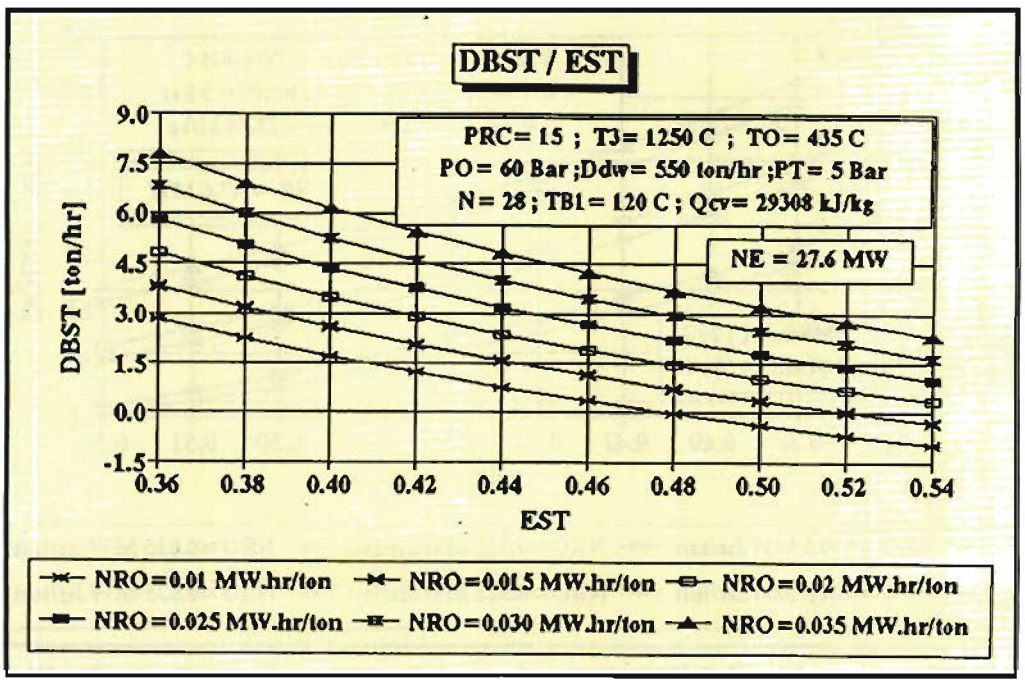
الكهروحراري بمقدار أكبر من الانخفاض في الطاقة الكهربائية المنتجة.

تأثير عدد خلايا التحلية (N) المستخدمة في تصميم وحدة التحلية على فاعلية المركز الكهروحراري المزدوج مبين في الشكل (4). حيث يلاحظ من الشكل زيادة مقدار التوفير في كمية الوقود المستهلكة (DBST) للمركز الكهروحراري المزدوج مع ارتفاع العدد التصميمي لخلايا وحدة التحلية لجميع التصاميم المدروسة لوحدة التحلية. والسبب في ذلك يمكن تفسيره إلى زيادة مقدار الاسترجاع في الطاقة الحرارية المجهزة لوحدة التحلية كنتيجة لارتفاع عدد الخلايا المسترجعة للطاقة الحرارية. مما يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة خروج المحلول المحلي من مكثف الخلية الأولى. وبالتالي هبوط كمية الطاقة الحرارية المطلوبة لتسخين المحلول المحلي في المبادل الحراري الأساسي لوحدة التحلية (في حالة التصميم التقليدي لوحدة التحلية) أو في مسخن المرحلة الأولى لوحدة التحلية (في حالة التصاميم المقترحة لتطوير وحدة التحلية). ومن ثم انخفاض معدل استهلاك الوقود للمركز الكهروحراري المزدوج بمقدار أكبر من الهبوط في الطاقة الكهربائية المنتجة للمركز الكهروحراري (نتيجة لانخفاض معدل استهلاك البخار لوحدة التحلية).

وكذلك تم دراسة تأثير كفاءة المحطة التعويضية لإنتاج الطاقة الكهربائية (EST) ومعدل استهلاك الطاقة الكهربائية النوعي لوحدة التحلية من نوع التناضح العكسي (NRO) على الفاعلية الاقتصادية البيئية للمراكز الكهروحرارية المزدوجة في حالة التصميم المقترح الثالث لوحدة التحلية (الفقرة 3.3). وقد بينت نتائج الدراسة الشكل (5) مقارنة مع الشكل (1) ارتفاع مقدار التوفير في



الشكل (4) علاقة مقدار التوفير في كمية الوقود المستهلكة (DBST) مع عدد الخلايا (N) لوحدة التحلية (MSF) في حالة استخدام التصاميم المدروسة لهذه الوحدة

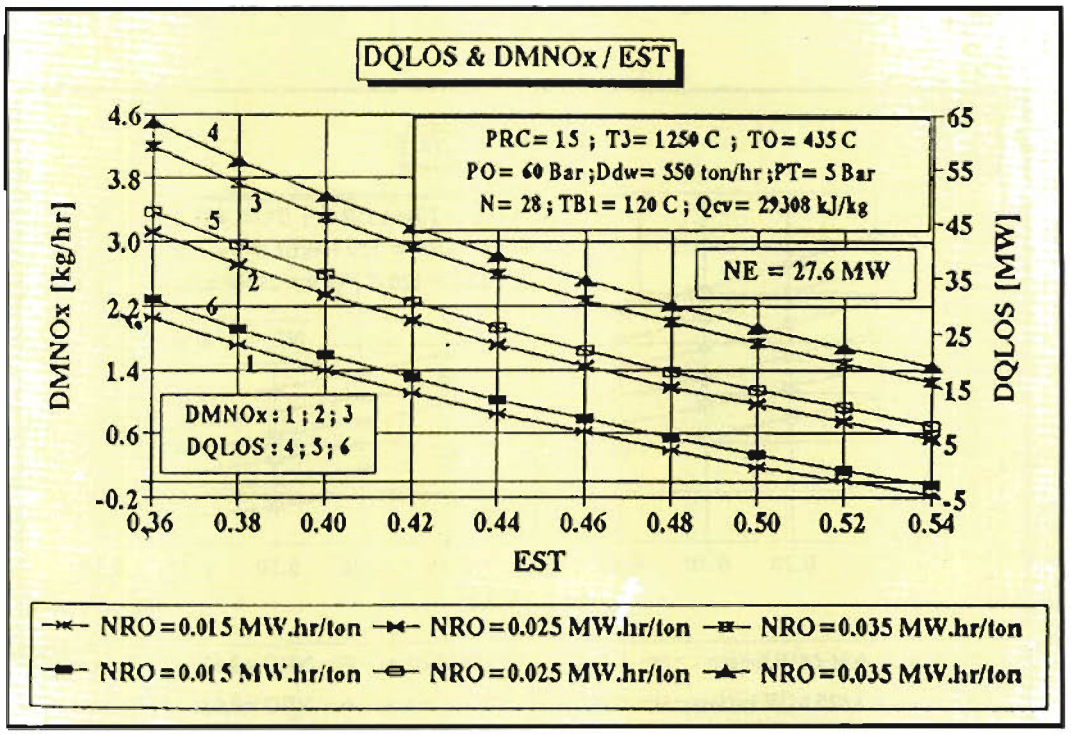


الشكل (5) علاقة مقدار التوفير في كمية الوقود المستهلكة (DBST) مع كفاءة المحطة التعويضية (EST) عند قيم مختلفة لمعدل استهلاك الطاقة الكهربائية النوعي (NRO) في حالة استخدام التصميم الثالث لوحدة التحلية (MSF)

كمية الوقود المستهلكة (DBST). ويمكن تفسير ذلك إلى زيادة مقدار الاسترجاع في الطاقة الحرارية الأولى (BH1) نتيجة لانخفاض كمية المحلول المحلي اللازمة لوحدة التحلية.

وكذلك يلاحظ من الشكل (5) أن التصميم المقترح يفقد فاعليته عند قيم منخفضة لمعدل استهلاك الطاقة الكهربائية النوعي لوحدة التحلية NRO< 0.015 MW.hr/ton وقيم مرتفعة لكفاءة المحطة التعويضية لإنتاج الطاقة الكهربائية EST ? 0.52. وبذلك فإن التصميم المقترح لوحدة التحلية يؤدي إلى ارتفاع مجال فاعلية المراكز الكهروحرارية المزدوجة مقارنة مع التصميم التقليدي لوحدة التحلية (الشكل [1]).

الفاعلية البيئية نتيجة لاستخدام التصميم المقترح لوحدة التحلية (الشكل [D]) في المركز الكهروحراري المزدوج مبينة في الشكل (6). حيث يلاحظ من الشكل مع ارتفاع معدل الانخفاض في كمية الطاقة الحرارية المطروحة للوسط المحيط. والسبب في ذلك هو ارتفاع كمية الطاقة الكهربائية المستهلكة لإنتاج مياه التحلية في النظام المنفصل. مما يؤدي إلى ارتفاع كمية الطاقة الحرارية المطروحة للوسط المحيط عن طريق المحطة التعويضية لإنتاج الطاقة الكهربائية. وكذلك يلاحظ من الشكل (6) ارتفاع مقدار الانخفاض في كمية أكاسيد النتروجين المطروحة للوسط المحيط (DMNOX) مع زيادة معدل استهلاك الطاقة الكهربائية النوعي لوحدة التحلية (NRO). وذلك بسبب ارتفاع معدل استهلاك الوقود لإنتاج الطاقة الكهربائية في النظام.



الشكل (6) علاقة مقدار الإنخفاض في كمية أكاسيد النيتروجين (DMNOx) والطاقة المطروحة للوسط المحيط (DQLOS) مع كفاءة المحطة التعويضية (EST) عند قيم مختلفة لمعدل استهلاك الطاقة الكهربائية النوعي (NRO) في حالة استخدام التصميم المقترح الثالث لوحدة التحلية (MSF)

المراجع

1. SEVEN ERLANDSSON (1997) Small Cogeneration for Efficiency Improvement /Cogeneration Competitive Power Journal (USA), Vol. 12, No. 1,pp. 47:61.
2. RONALD E. RUSSELL (1996) New Prospects for Mini-Cogeneration and Competitive power Journal (USA), Vol. 11, No. 3, pp. 72:79.

3- د. حسين عبد علي الربيعي (1999)

الفاعلية الاقتصادية والبيئية لعملية الإنتاج المشـــترك للطاقة الكهربائية ومياه التحلية/ الندوة الثانية للصناعـــة (9:10.10.1999)، المعهد العالي للصناعـــة - مصراتـــة، الجماهيرية الليبية.

4. LYNN B.DI. TULLIO (1999) Financing Back Pressure Steam Turbine Cogeneration Systems/ Cogeneration and Competitive power Journal (USA), Vol. 14, No. 3, pp. 16:20.
5. BABAEV EC. & GANBAROV A.C (1989) Plant for Water Treatment/Water Supply Technology (USSR), No.8, pp. 21:26.
6. ARSEANYEV I.V. & TYRYSHKIN V.B. (1989). Gas Turbine Power Plant/ Leningrad, Moshinostroine, 543 pp.
7. AMINOV R.Z. & KLEBALEN L.E. (1989) Cogeneration Steam Power Plants and there Exploitation/ Moscow, Vish. Shcola, 256 pp.
8. VOINOV A.P. & KUPERMAN L.E. (1989) Heat Recovery Steam Boilers / Moscow, Energia, pp.272
9. TAUBMAN E.I. & PASTUSHENKO B.L. (1990) Multistage Flash Boiling Plants and Process / Moscow Energy, 184 pp.

ملخـص

بهدف زيادة فاعلية المراكز الكهروحرارية المزدوجة المخصصة لإنتاج الطاقة الكهربائية ومياه التحليـة تم دراسة عدة تصاميم مقترحة لتطوير التصميم التقليدي لوحدة التحلية من نوع الغليان الوميضي المتعـدد المراحل. وذلك عن طريق زيادة عدد الإطارات للمحلول المحلي داخل وحدة التحليـة واعتمـاد مرحلتيـن لتجهيز الطاقة الحرارية لوحدة التحلية.

وبصفة مقياس للفاعلية والحفاظ على أدنى مستوى من التلوث للوسط المحيط لهذه النوعية من المراكز الكهروحرارية تم اعتماد مقدار التوفير في كمية الوقود المستهلكة نتيجة لعملية الإنتاج المشترك مقارنـة مع عملية الإنتاج المنفصل للطاقة الكهربائية ومياه التحلية (باستخدام وحدات التحلية من نـوع التنـاضح العكسي). وقد بينت نتائج الدراسة فاعلية المراكز الكهروحرارية المزدوجة المخصصـة لإنتـاج الطاقـة الكهربائية ومياه التحلية عندما يكون معـدل استهـلاك الطاقة الكهربائيـة النوعـي لوحدة التحلية مـن نوع التناضح العكسي NRO ≥ 0.02 Mw. Hr/ton . حيث بلغ مقدار التوفير الأدنـى فـي كميـة الوقـود المستهلكة 48.79 ton/year لكل Mw من الطاقة الحرارية المجهزة لوحدة التحلية وطبقاً لذلك فإن مقـدار الانخفاض في كمية أكاسيد النتروجين والطاقة الحرارية المطروحة للوسط المحيط 0.083 ton/year. Mw , 1486 GJ/year. Mw. هذا بالإضافة إلى فاعلية التصاميم المقترحة لتطوير وحدات التحلية من نوع الغليان الوميضي المتعدد المراحل عندما تكون كفاءة المحطة التعويضية لإنتاج الطاقة الكهربائيـة EST ≥ 0.45. حيث بلغ أدنى مستوى من الزيادة بمقدار التوفير في كمية الوقود المستهلكة 7.5% مقارنة مع اسـتخدام التصميم التقليدي لوحدة التحلية من نوع الغليان الوميضي المتعدد المراحل.