الاستفادة من حرارة المكثفات المهدورة لمحطة المخاء البخارية في تحلية مياه مدينة تعز

د. عبد الجبار محمد صالح العياني
جامعة ذمار
قسم الهندسة الميكانيكية
d_eyani@yahoo.com

د. نبيل عبدالله نعمان القدسي
جامعة البيضاء
كلية العلوم

د. محمد حزام العماري
جامعة ذمار
كلية الآداب

أُستلم 22 شباط 2015 قُبل في 21 ايلول 2015

الملخص.

يمثل العجز المائي الكبير لمدينه تعز ضرورة ملحه للبحث عن موقع قريب ذو مواصفات قابلة لإنشاء محطة تحليه، كما ان حرارة المكثفات المهدورة لمحطة المخاء البخارية الكهربائية الواقعة بالقرب من مصدر الماء غير الناضب (البحر) تمثل عاملا" يمكن استغلاله في تحلية المياه.

يهدف العمل الى اختيار موقع لمحطة التحلية لمدينة تعز ومن ثم اجراء دراسة شاملة للموقع لتحديد مدى ملأئمته,اختيار افضل مصدر للطاقة الحرارية والكهربائية الممكنة في الموقع حتى يتسنى لنا اختيارالمنظومة الانسب التي تتوافق مع مصدرالطاقة ومن ثم اجراء دراسة شاملة لمصدر الطاقة لتحديد خواصه للتأكد من صحة اختيارنا له وأخيرا" تحديد مقدار الاستفادة من حرارة المكثفات المهدورة لمحطة المخاء البخارية في تحلية المياه.

أشارت النتائج المستخلصة الى أن:

- المميزات الأساسية للموقع هي المطلوبة وأفضل قرار لإنشاء منظومة تحلية هي منظومة تحلية بطريقة التبخير متعددة التأثير باستخدام المجمعات الشمسية كمصدر الطاقة بالاشتراك مع حرارة مكثفات المحطة البخارية والذي سيؤدى الي تحقيق أفضل مردود عملي واقتصادي للمنظومة .
- خواص الإشعاع الشمسي في الموقع ممتازة مما يؤكد صحة اختيارنا للمصدر ويؤهل الموقع لتوليد الطاقة الحرارية
- حرارة المكثفات المهدورة لمحطة المخاء البخارية الكهربائية مساوية 41 °C وانه بالإمكان الاستفادة منها في تحلية المياه لمدينة تعز مبدئيا" بقدرة 10000 مترمكعب في اليوم ، إنها سوف تساعد في رفع درجة حرارة ماء التغذية مما سيؤدي الي: تقليل عدد مراحل المنظومة من 5 الي 3 مما شأنه تقليل تكاليف الإنشاء وأيضا الصيانة والتشغيل وكذلك ستعمل على تقليل الحرارة اللازمة للتبادل الحراري داخل المكثف بمقد25% مما شأنه رفع كفاءة منظومة التحلية متعددة التأثير.

الكلمات المفتاحية: تحلية الماء لمدينة تعز –محطة المخاء البخارية – الاشعاع الشمسي.

Take advantage of the misdirected condensers heat for Mokha steam station to desalinate water for the city of Taiz.

Dr. Abdul Jabar Mohammed Saleh AL-Eyani.

Professor. Nabil Abdullah Noman Alkadasi.

Professor. Mohammed Hezam AL-AImmari.

ABSTRACT

The big water deficit of Taiz city represents necessity to look for a nearby location that has suitable features for constructing a desalinating station and as that the misdirected condensers heat of Mokha steam electrical station, which is located near water source (seawater) represent the main factor can be exploited in the desalination of the city of Taiz.

The work aims to: Choose a site for the desalination plant for the city of Taiz and then conduct a comprehensive study of the site to determine its suitability. choose the best source of thermal and electrical energy as possible in the site in order for us choose the most appropriate system That comply with the power source and then conduct a comprehensive study of the selected energy source to determine the its characteristics to make sure The authenticity of the our selection to him. Finally determine the amount of benefit from the misdirected heat condensers for steam station Mokha in desalination

The concluding results have indicated that:

- The basic advantages of the location are the required. The best decision for constructing desalinating system is by evaporation that is multi-effects by using solar collectors as a source of the energy in combination with the Heat condensers for steam station and who will claim to achieve the best return on practical and economic system.
- The properties of solar radiation in an excellent location, which confirms the correctness of our choice of source and qualifies Site to thermal power generation.
- The misdirected condenser heat of Mokha electric steam station equals 41 C^o. Which means that it is possible to make use of it to desalinate water with a productivity of 10000 M^3/ day for Taiz city. It will help to raise the nutrition water temperature which will lead to: reduce the number of phases of the system from 5 to 3 , which reduce construction costs and also maintenance and operation as well will work to reduce the necessary heat for thermal exchange inside condenser by 25% that would raise the efficiency of multi-effect desalination system.

Key words: Desalinate for Taiz - Mokha steam station - solar radiation.

1- المقدمة.

إن ما تحتاجه البلدان المتقدمة من المياه المستخرجة بالطرق التقليدية لا تكاد تكفي لذلك كان من الضروري قيامها باستغلال التطور العلمي لسد حاجتها من المياه وقد استمر التطور من الطرق البسيطة للتحلية وصولا" إلى إنشاء محطة مياه متكاملة. تبنى المحطة على أساس وجود منطقة تلبي متطلباتها وبحيث تكون قريبه من مصدر طاقتها ومن مصدر مياه لا ينضب وكذلك من أسباب إنشاءها الحاجة الاستراتيجية إليها من الناحية الصناعية والإنسانية.

تعاني مدينة تعز من النقص الحاصل بسبب النمو السكاني والمقدر 9 % سنويا، الحفر العشوائي للآبار، شحة الأمطار الموسمية واستخدام المياه الجوفية بشكل كبير جدا في زراعه القات. كما إن ما يتم إنتاجه من مياه محلاه في تعز 17 ألف متر مكعب يوميا حسب الدراسات الوطنية(المؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي – تعز)، فيما يقدر الاحتياج اليومي للماء 40 ألف متر مكعب وفق البحوث والإحصائيات كل هذه العوامل أدت إلى عجز كبير في تغطيه احتياج السكان من مياه محلاه ومثلت ضرورة ملحه للبحث عن موقع قريب من مدينه تعز لإنشاء محطة تحليه، كما ان حرارة المكثفات المهدورة لمحطة المخاء البخارية الكهربائية الواقعة بالقرب من مصدر الماء (البحر) مثلت عاملا" إضافيا" يمكن استغلاله في تحلية المياه لمدينه تعز لذلك تم اختيار مدينة المخاء كموقع لمحطة التحلية للأسباب الاتية:

1- قربها من محطة المخاء البخارية والذي سوف يمكننا من الاستفادة من حرارة المكثفات المهدورة او تعويض النقص في الطاقة الكهربائية وكذلك قربها من مصدر الماء, كما ان المخاء تمثل أقرب مواقع التحلية الممكنة الذي يتمتع بمواصفات قابله لإنشاء محطة تحلية.(Voutchkov, 2013) .

2-التضاريس الجغرافية المميزة:

- أرض مستوية لا يوجد فيها جبال أو مرتفعات لذلك ليس هنالك حاجه إلى مضخات عموديه بين مراحل عمليات التحلية بل سنحتاج إلى مضخات أفقيه ذات اقل استهلاك للطاقة الكهربائية وبالتالي انخفاض في تكلفه الإنتاج من الماء المحلى.
- تمتاز الأرض بصلابتها حتى تحت عمق 500 متر من سطح الأرض (Merceobs Energy markets interndinal.2013)

3- التضاريس المناخية المميزة:

- ذو ثروة حرارية شمسيه عالية تقدر 200 وات لكل متر مربع نتيجة مرور خط الاستواء الحار. (شركة (IREN) للبحث العلمي والمعلومات)
- يمتاز الموقع المناخي برياح شديدة معدل سرعتها السنوية 65 كيلو متر في الساعة على ارتفاع 60 متر من سطح الأرض، هذه المواصفات للموقع ستمكننا من إنشاء مزرعة رياح ذو ارتفاع عالي دون حدوث مشاكل كما انها سوف تمكننا من إنتاج كميه هائلة من الكهرباء أضعاف ما تحتاجه محطة التحلية إذا توفر المال أللازم. (Merceobs Energy markets interndinal.2013)

2- دراسة موقع محطة التحلية.

بعد ان تم اختيار مدينة المخاء كموقع للمحطة قمنا بتحديد الموقع الملائم لمحطة التحلية بحيث يقع خلف المحطة المخاء البخارية والتي تبعد عن البحر 250 متر كما هو موضح في **الشكل(1)** ويبعد الموقع عن الساحل 2 كيلومتر ويكون اقرب اليها عن موقع مزرعة الرياح .اما الموقع المصمم للمحطة الشمسية فمن

الضروري ان يكون اقرب مايمكن الى موقع منظومة التحلية وذلك لتقليل الضياعات الحرارية في الانابيب و تقدر مساحة محطة التحلية 3.2 كيلو متر مربع والمساحة تشمل المسخنات الحرارية الشمسية إضافة إلى أمكانية تطويرها في المستقبل و كما تبعد عن مدينة تعز مسافة قدرها106 كيلومتر وعند إنتاج ماء محلاه يتم نقلة عبر خطوط إمداد أنابيب موازي للطريق العام الموصل إلى المنطقة المطلوبة (https://www.en.openei.org).

الإنسانية لها

كمصدر للماء المحلاه ،قد يكون مربح ماليا" للمستثمر اذا كان المميزات الأساسية هي المطلوبة والعيوب يمكن استبدالها بحلول او تجاهلها مما سوف يمكننا من معرفة افضل الطرق المتبعة للحصول على افضل انتاج ممكن وباقل تكلفة وبما اننا في صدد إنشاء محطة تحلية في موقع المخاء فاننا سنذكرالمميزات والعيوب لهذا الموقع. [المركز الوطني للأبحاث والمعلومات، 2012 .Balaban]

يتميز موقع محطة التحلية بالآتي:

a) القرب من محطة المخاء البخارية الكهربائية القرب من مصدر المياه غيرالناضب (البحر)، هذه الميزه ستعمل علي توفير وسائل النقل التي سوف نحتاجها لتوصيل المادة الأولية الأساسية الى المحطة وكذلك توفير المخزون من اجل ضمان عمل المحطة في الزمن والكمية المطلوب .
b) حرارة شمسية عالية متوفرة بمعدل 8.4 ساعة في اليوم وكذلك سرعة رياح عالية.
c) الأرض مستوية مما سوف يمكننا من جعل جميع مراحل الإنتاج على مستوى واحد و هذه سوف يقلل الطاقة اللازمة لرفع الماء الى ارتفاعات عالية .
d) قربه من منطقه قابله للاستثمار كمدينه صناعية وكذلك قربه من الميناء البحري والذي سوف يسهل في توفير المتطلبات الثانوية وكذلك تقليل تكاليف نقلها الى المحطة من الميناء.
e) امكانية المشاركة في المدينة السكنية مع محطة البخارية لتوفير الأموال الطائلة في بناء سكن جديد بالقرب من محطة التحلية
f) بعده عن الكثافة السكانية والمدن الرئيسية وتوفرالمساحات الكبيرة اللازمة بجانب الموقع ، الذي سوف يمكننا من توسعة المحطة بانشاء محطات اضافية في المستقبل وهذا العامل يجعل القرار من أفضل القرارات المتخذة في اختيار هذا الموقع[Merceobs Energy markets interndinal,2013 ، تحلية مياه البحر.2014]

وتتمثل عيوب موقع محطة التحلية بالآتي:

a) محطة التحلية بعيده جدا عن المستهلك ولذلك سيتم انشاء خطوط أنابيب إمداد لمدينة تعز (106 كيلو متر) وهذة عملية مكلفة
b) منطقة حساسة للزلازل لذا يلزم أخذ هذا العامل بعين الاعتبارعن تصميم و بناء المحطة.

c) عملية تنقية الماء مكلفة جدا ولايتم انشاء المحطة الاعند الحاجة الملحة لها كما انها تحتاج الى صيانة مستمرة ومكلفة بسبب الاملاح المتراكمة أضافة الي التأثيرات السلبية على البيئة.
[https://www.energy.gov ، د زين العابدين.2010 م]

مما سبق يتضح ان الموقع يتمتع بتضاريس جغرافية ومناخية مميزة وقريب من مصدر الماء وأن المميزات الأساسية للموقع هي المطلوبة والعيوب يمكن استبدالها بحلول او تجاهلها مما يؤكد صحة اختيارنا للموقع .

3- استهلاك منظومة التحلية للطاقة الكهربائية.

قبل البدء في اختيار مصدر الطاقة لابد من تحديد الاستهلاك الكهربائي لإنتاج الكمية اليومية اللازمة وهي 10000 مترمكعب في اليوم أي ما يوازي 1190 متر مكعب في الساعة (على اساس حرارة شمسية متوفرة بمعدل 8.4 ساعة في اليوم) حتى يتسنى لنا اجراء الحسابات الخاصة بمصادر الطاقة الممكنة في الموقع لأجراء المقارنة بين هذه المصادر

الكمية المراد إنتاجهافي الساعة = الكمية المراد إنتاجها في اليوم / متوسط عدد ساعات السطوع اليومي

= 100000 / 8.4 = 1190 متر مكعب في الساعة

يقدرالحد الأدنى للطاقة الكهربائية اللازم لإنتاج مترمكعب من الماء النقي في الساعة بحوالي 5 كيلوا وات ساعه /متر مكعب (Balaban, 2012) وبما ان كمية الماء المراد تحليتها في الساعة 1190 متر مكعب في الساعة فان الطاقة اللأزمة في الساعة هي:

$$= 5 * 1190 = 5950\ kW$$

4- مصادر الطاقة الحرارية والكهربائية الممكنة في الموقع .

حرارة المكثفات المهدورة لمحطة المخاء البخارية الكهربائية التي تم الحصول عليها مساو ℃ 41 (محطة المخاء البخارية) الا انها تعتبرغير كافية للقيام بعملية التحلية كون المحطة تحتاج عند تصميمها الى مصدر حراري آخرفي احدى مراحل التحلية وبعد دراسة مصادر الطاقة الممكنة في الموقع تبين ان افضل المصادر يمكننا الحصول عليها باستخدام:

1- الطاقة الشمسية : حرارة شمسية عالية تقدر (210 وات لكل متر مربع حرارة) متوفرة بمعدل 8.4 ساعة في اليوم و يمكن تركيز هذه الحرارة للحصول على اضعاف هذه الحرارة .

2- طاقة الرياح : يمتاز الموقع بسرعة رياح عالية تصل إلى 65 كيلو متر في الساعة.

نتيجة توفر مصدرين كان من الضروري القيام بدراسة كلا من طاقة الرياح والطاقة الشمسية، على أساس استخدام منظومتين للطاقة الشمسية (كهربائية وحرارية)، الكهربائية يستخدم فيها الالواح الشمسية، الحرارية ويستخدم فيها اللواقط الشمسية (المجمعات) وعلي أساس ان الطاقة اللأزمة في الساعة هي $5950\ kW$ تم اجراء الحسابات اللازمة وادراجها في الجدول(1) وتبين احتياجنا الي عد 8 توربينات رياح او 3106 لوح

شمسي من نوع (كي سي 380) وكما تم ايضا" تحديد التكاليف [Raja,2006, MOUSTAFA,1984,DONALD,2000, SOLTHERM,1997].

دراسة كلا من طاقة الرياح والطاقة الشمسية تمت مع توضيح مميزات وعيوب كلا" منها بغرض اختيار المصدر الانسب من كل الجوانب والذي سيقوم بتسهل عمل المنظومة.

تم اختيار تقنية التبخير متعدد التأثير كونها تمتاز على التناضح العكسي بالآتي:

1- كفاءة منظومة التحلية متعددة التأثير 50% أما التناضح العكسي فهو يعتمد على نسبة الأملاح في ماء البحر وتكون الكفاءة 30% اذا كان البحر المستخدم شديد الملوحة كما هو الحال مع البحر الأحمر (د بهاء بدر الدين محمود,2011)

2- امتلاكها اقل معدل للاستهلاك الكهربائي والطاقة الحرارية المطلوبة.

3- تكنولوجيا التبخر متعدد التأثير بسيطة ويسهل ربطها مع مصادر أخري للطاقة الحرارية مثل الطاقة الشمسية.

4- قلة مخاطر تكوين الأملاح نتيجة انخفاض درجة حرارة المحلول الملحي مما يقلل من احتمالات ترسب وتأكل اسطح انتقال الحرارة.

5- زيادة معامل الأداء بزيادة عدد المراحل (التأثيرات) والذي تكون من (3-15) وحدة حيث يمكن حسابه بضرب 0.8 بعدد المراحل (التأثيرات) في الوحدة. (تحلية المياه بالتبخير متعدد التأثير -جامعة حلب)

6- عدم اعتماد هذه الطريقة علي ظاهره الاتزان بين البخار والسائل لان البخار المتكون يستفاد منة عند نفس درجة الحرارة المتكون عندها ولا يحتاج الي وصولة الي مرجله الاتزان مع السائل.

7- العمر الافتراضي الطويل لمنظومة التحلية المستخدمة.(محمد علي مقبل).

كما اتضح من **الجدول(1)** ان انسب مصادر الطاقة المستخدمة لتغذية المحطة وحسب دراسة الافضلية هي الطاقة الشمسية باستخدام اللواقط الحرارية (المجمعات الشمسية) كونها تمتاز عن الرياح والخلايا الشمسية بالآتي:

- اقل ضوضاء بسبب امتلاكها أجزاء ميكانيكية أقل كما انها لا تحتاج إلى أجزاء ميكانيكية دوارة.
- عمر محطة المجمعات عالي بحيث يكون من 25-35 سنة وقابلة للتجديد بسعر اقل من إنشاء محطة جديدة وتدوم سنين إضافية بعكس باقي المحطات الخلايا والرياح حيث يكون العمر الافتراضي لاهم أجزاء المحطات مثل تربين الرياح أو الخلايا الشمسية صغير وانتهاء عمر هذه الاجزاء يعني انتهاء عمر المحطة ككل.
- قلة تكلفة الصيانة والعمر الطويل تجعل الفائدة من المشروع أكثر ربحا ومن خلال التحلية متعدد التأثير يجعل استخدامها عند تحلية 10000 متر مكعب في اليوم هو الأفضل لتناسب جميع خصائصها المذكورة وعند نقص الكمية المطلوبة المناسبة يجعل من طريقة التحلية متعددة التأثير غير مربحة.

- صيانة المجمعات الشمسية مع منظومة التحلية متعددة التأثير يعتبر الأسهل عمليا في الصيانة ولا يحتاج متخصصين في الصيانة وإنما يمكن الاعتماد على الفنيين في الصيانة، وأخيرا قيمة تكلفة الصيانة وسعر الفائدة رخيصة والعمر الافتراضي طويل
- التكلفة الكلية لإنشاء محطتي المجمعات الشمسية ومنظومة التحلية متعددة التأثير الأرخص من المنظومات الأخرى والمقدرة 21 مليون دولار.

من خلال الجدول (1) وعلى أساس المميزات السابقة تبين إن أفضل قرار لإنشاء منظومة تحلية هي منظومة تحلية بطريقة التبخير متعددة التأثير باستخدام المجمعات الشمسية كمصدر للطاقة بالاشتراك مع حرارة المكثفات البخارية.(د. حسين الربيعي,2003)

5 – دراسة الاشعاع الشمسي

بعد ان تم تحديد الاشعاع الشمسي كمصدر الطاقة كان لابد من القيام بدراسة خواص الاشعاع الشمسي في الموقع للتأكد من صحة اختيارنا للمصدر.من خلال الدراسات تبين أنه كلما زادت زاوية السقوط كلما اقتربنا من الزاوية تسعين درجة والذي يؤدي الي زيادة كمية الاشعاع الشمسي كون الشعاع الشمسي يقطع مسافة قليلة للوصول للأرض مقارنة بالزوايا الاقل منها **والجدول(2)** يبين ان معدل زاوية السقوط للشعاع الشمسي في منطقة المخاء مقدارها 71,92 درجة وهذه القيمة تقترب من القيمة العمودية مما يزيد كمية الإشعاع الساقطة ويجعلها جيدة في الموقع.[الأرصاد الجوي الجمهورية اليمنية – تعز, 2011. مقبل الحياسي]

كما يعتبر الموقع مناسب جدا" من حيث كمية الإشعاع الساقطة إذ بلغ معدل الإشعاع الساقط اليومي في فصل الشتاء 18.6ميجا جول /م2. يوم كحد أدنى وبلغ معدل الإشعاع في فصل الربيع 21.6 ميجا جول/ م2. يوم وكان معدل الإشعاع السنوي الساقط عالي 19.9 ميجا جول / م2. يوم **والجدول(3)** يوضح ذلك.

وكذلك تتميز المنطقة بطول عدد ساعات السطوع الفعلي حيث بلغت 7 ساعة في اليوم في شهر يونيو كحد أدنى وبلغت في شهر أكتوبر(9.5) ساعة في اليوم كحد أقصى وكان معدل سطوع الفعلي السنوي 8.4 ساعة في اليوم كما هو موضح في **الجدول(4)**.

من خلال **الجداول (4,3,2)** تبين أن خواص الإشعاع الشمسي في الموقع ممتازة كون كمية الإشعاع الساقطةعالية، يمتلك زاوية سقوط للإشعاع جيدة وكذلك يمتاز بطول عدد ساعات سطوع مما يؤكد صحة اختيارنا للمصدر ويؤهل الموقع لتوليد الطاقة الحرارية.

6- مقدار الاستفادة من حرارة المكثفات المهدورة لمحطة المخاء البخارية في تحلية المياه

إن الهدف الأساسي من دراسة حرارة المكثفات هي الحصول على إجابة ما مدى إمكانية الاستفادة من حرارة المكثفات لتحسين محطة التحلية عن طريق التقطير متعدد التأثير وتم الحساب للوصول إلى كتلة وحرارة البخار الرطب الخارج من التربين البخاري (عدد 4 توربينات)، مقدار القدرة الكهربائية الناتجة من المحطة البخارية هي 40 ميجا وات لكل توربينه.

تم اجراء الحسابات التصميمية في الحالات الاتية عندما تكون درجة الحرارة الداخلة إلى المكثف مساوية:

1 - 41 ℃ وهي درجة حرارة المكثفات المهدورة لمحطة المخاء البخارية الكهربائية.

2 - 20 ℃ وهي متوسط درجة حرارة ماء البحر الاعتيادية.

ملخص النتائج التي تم الحصول عليها تم دراجها في **الجدول (5)** (للحصول على10000 مترمكعب في اليوم) ولوحظ الاتي:

عندما تكون درجة الحرارة الداخلة منخفضة فإن ذلك يتطلب:

1- تقليل كتلة ماء التغذية وذلك من أجل سهولة الزيادة في درجة الحرارة او زيادة عدد المراحل في المنظومة مما سيؤدي الي زيادة التكلفة الإنشائية وأيضا تكاليف الصيانة والتشغيل

2-زيادة في كمية الحرارة المنتقلة من المجمع الشمسي وهذا بدوره يتطلب زيادة في درجة حرارة الزيت فتزداد تكاليف اختيار نوع المجمع الشمسي المناسب

العكس صحيح عند استعمال درجة حرارة المكثفات المهدورة لمحطة المخاء البخارية الكهربائية فإنها سوف تساعد في رفع درجة حرارة ماء التغذية (أي الماء الخارج من المكثف والداخل إلى مبخرات المنظومة) مما سيؤدي الي:

1- تقليل عدد المراحل في المنظومة مما ان شأنه تقليل التكلفة الإنشائية وأيضا تكاليف الصيانة والتشغيل

2- تقليل الحرارة اللازمة للتبادل الحراري داخل المكثف بمقدار25% مما شأنه رفع كفاءة منظومة التحلية متعدد التأثير (محطة المخاء البخارية).

7- النتائج:

- أنه بالإمكان الاستفادة من حرارة المكثفات المهدورة لمحطة المخاء البخارية الكهربائية في تحلية المياه لمدينة تعز مبدئيا" بأفضل قدرة إنتاجية وهي 10000 مترمكعب في اليوم ومخطط المحطة قابل للتوسعة مستقبلا"
- الموقع يتمتع بتضاريس جغرافية ومناخية مميزة ويقع بالقرب من مصدر الماء غيرالناضب وأن المميزات الأساسية للموقع هي المطلوبة والعيوب يمكن استبدالها بحلول او تجاهلها.

- أفضل قرار لإنشاء منظومة تحلية هي منظومة تحلية بطريقة التبخير متعددة التأثير باستخدام المجمعات الشمسية كمصدر الطاقة بالاشتراك مع حرارة مكثفات المحطة البخارية والذي سيودي الي تحقيق أفضل مردود عملي واقتصادي للمنظومة .
- خواص مصدر الطاقة (الإشعاع الشمسي) في الموقع ممتازة مما يؤكد صحة اختيارنا للمصدر ويؤهل الموقع لتوليد الطاقة الحرارية
- حرارة المكثفات المهدورة لمحطة المخاء البخارية الكهربائية مساوية°C 41 وانه بالإمكان الاستفادة منها في تحلية المياه لمدينة تعز مبدئيا" بقدرة 10000 مترمكعب في اليوم ، إنها سوف تساعد في رفع درجة حرارة ماء التغذية مما سيؤدي الي: تقليل عدد مراحل المنظومة من 5 الي 3 مما ان شأنه تقليل تكاليف الإنشاء وأيضا الصيانة والتشغيل وكذلك ستعمل على تقليل الحرارة اللازمة للتبادل الحراري داخل المكثف بمقدار 25% مما شأنه رفع كفاءة منظومة التحلية متعددة التأثير.

8- التوصيات

1- المنطقة حساسة للزلازل لذا يلزم أخذ هذا العامل بعين الاعتبارعن تصميم و بناء المحطة.

2- ضرورة إجراء دراسة اقتصادية-حرارية لتحديد المواصفات التصميمية والخواص الثرموديناميكية المثالية للتصميم المقترح التي تعطي أقصى فاعلية اقتصادية ممكنة.

9- المراجع:

المراجع العربية:

1-الأرصاد الجوي الجمهورية اليمنية – تعز

2- المركز الوطني للأبحاث والمعلومات.

3- المؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي – محافظة تعز https://www.facebook.com/twslc

4- تحلية مياه البحر.2014المؤسسة العامة لتحلية المياه المالحة-مناهج المعاهد التقنية المهنية-المملكة العربية السعودية

5- شركة (IREN) للبحث العلمي والمعلومات (http://irena.masder.ac.ae)

6- د. بهاء بدر الدين محمود.2011م. دراسة جدوى علمية بيئية هيد وجيولوجية لمحطة تحلية مياه بحر وابار شاطئية بسيناء سعة 3000متر مكعب/يوم

7- د. حسين الربيعي, 2003 .دراسة فاعلية محطات التحلية المتعددة التأثير المشتركة الشمسية. المعهد العالي للميكانيك والكهرباء، هون، الجماهيرية الليبية

8- د زين العابدين.2010م. تحلية المياه والبيئة المائية في دولة الإمارات العربية المتحدة: المشاكل والحلول. معهد البيئة والمياه والطاقة

9- د. محمد علي مقبل. منظومات التحلية جامعة عدن

10-مقبل الحياسي . 2011. الإشعاع الشمسي والرياح ودورهما في إنتاج الطاقة في الجمهورية اليمنية

11- محطة المخاء البخارية. https://www.Facebook.com/www.pec.com.ye

12- مرجع تحلية المياه بالتبخير متعدد التأثير – كلية الهندسة الميكانيكية جامعة حلب

المراجع الأجنبية:

13- Balaban. Mariam, Dapwish .ahmed .2012. Advances in water desalination. Cambridge .USA.

14- DONALD P. FIORINO.2000.Cost-effective Industrial Boiler Plant Efficiency Advancements .Energy Engineering Journal (USA), Vol. 97, No. 3, pp. 7: 26.

15- Incropera.frank. Fundamentals of heat and mass transfer. University of Norte Dame.

16- Merceobs Energy markets interndinal .2013. (AL-MOKHA 60 MW WIND FARM) national center for researches and information

17- MOUSTAFA M. ELSAYED & JAFFER A. SABBAGH.1984.Design of Solar Thermal System. King Abdul-Aziz University. SAUDIA ARABIA.

18- Raja .A.K, Amit Prakash Srivastava.2006. Power plant engineering.

19- SOLTHERM.1997.3Solar Trough Eliminate The Heat and Power Costs of Industrial Desalination System. (Internet Communication)

20- Theodore – Bergman .fundamentals of heat and mass transfer.

21- Voutchkov. Nikolay, PE, BCEE.2013.Desalination . engineering planning and design.

22 - https://www.en.openei.org

23- https://www.energy.gov

جدول (1): يوضح مقارنة بين مصادر الطاقة لمحطة التحلية.

المقارنة	طاقة الرياح	الخلايا الشمسية	المجمعات الشمسية
تقنية التحلية المستخدم	التناضح العكسي	التناضح العكسي	التبخير متعدد التأثير
كفاءة منظومة توليد الكهرباء أو الحرارة	**48 %**	**25 %**	**40 %**
كفاءة منظومة التحلية المستخدمة	**(30 − 70)%**	**(30 − 70)%**	**50 %**
معدل استهلاك الكهرباء (kWh/m^3)	**4**	**4**	**2**
اقصى سعة ممكنة لوحدة التحلية المستخدمة (m^3/day)	**50 − 46000**	**50 − 46000**	**1000 − 100000**
العمر الافتراضي للمحطة (السنة)	**15 − 20**	**20 − 30**	**25 − 35**
العمر الأفتراضي لمنظومة التحلية المستخدمة (السنة)	**7 − 5**	**7 − 5**	**25 − 15**
نسبة تواجد تقنية التحلية بالعالم	**35.9 %**	**35.9 %**	**64 %**
معدل استهلاك البخار (الطاقة الحرارية) $(\frac{m^3 \text{بخار}}{m^3 \text{ماء نقي}})$	−	−	**8**
نسبة تكلفة تقنية التحلية $(\frac{\$}{m^3/day})$	**2000**	**2000**	**1000**
سعر الإنتاج $(\$/m^2)$	**1.25 − 0.75**	**1.25 − 0.75**	**1.5 − 0.5**
تكاليف الصيانة $(\$/hour)$	**90**	**25**	**20**
تكلفة إنشاء محطة توليد (مليون دولار)	**11.78**	**29.75**	**11.9**
تكلفة منظومة التحلية حسب الإنتاج $(10000\ m^3/day)$	**20** مليون دولار	**20** مليون دولار	**10** مليون دولار
التكلفة الكلية لمنظومتي التوليد والتحلية (مليون دولار)	**31.78**	**49.75**	**21.9**
أعمال الصيانة المهمة	−تبديل الأجزاء الميكانيكية المهترئة، وتغير الزيت كل فترة معينة −عمل صنفرة وطلاء للأجزاء المتصدية −قمة الصيانة عند حدوث رياح قوية، عندها يحتمل تغير تربين الرياح	−استبدال الخلايا الشمسية عند توقفها عن العمل وإرسالها لمعامل الصيانة −تنظيف سطوح خلايا الشمسية حسب مناخ المنطقة −تلحيم وطلاء الأجزاء المتصدية والمهترئة لحاملات الخلايا الشمسية	−عملية صقل المجمعات البالية وتنظيفها وتغير الزيت الحراري بفترات معينة −تلحيم وطلاء الأجزاء المتصدية والمهترئة لحاملات المجمعات الشمسية

الجدول (2): يوضح زاوية ارتفاع الشمس على مدار سنة

الفصل	فصل الشتاء			فصل الربيع			فصل الصيف			فصل الخريف			المعدل
الشهر	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيو	يوليو	اغسطس	سبتمبر	اكتوبر	نوفمبر	
الزاوية β	52.55	60.46	68.35	86.25	84.15	87.65	80.05	87.56	84.15	76.25	68.35	60.64	71.92

الجدول (3): يوضح متوسط كمية الاشعاع الشمسي لفصول السنة

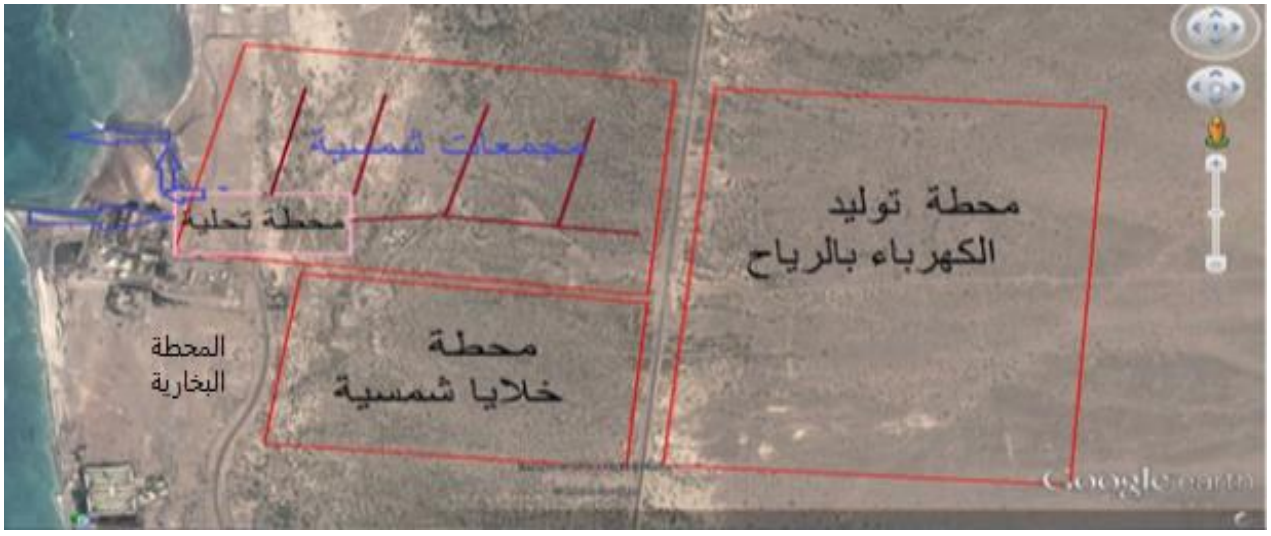
الفصل	الشتاء	الربيع	الصيف	الخريف	المعدل
الإشعاع الشمسي ميجا جول /م^2.يوم	**18.6**	**21.6**	**19**	**20.3**	**19.9**

الجدول (4): يوضح متوسط ساعات سطوع الشمس الشهري.

الفصل	**الشتاء**			**الربيع**			**الصيف**			**الخريف**			**المعدل**
الشهر	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيو	يوليو	اغسطس	سبتمبر	اكتوبر	نوفمبر	
ساعات السطوع	**8.4**	**8.7**	**9.1**	**8.7**	**8.8**	**7.4**	**7**	**7.6**	**8**	**9.4**	**9.5**	**8.7**	**8.4**

الجدول (5): يوضح مقدارالاستفادة من حرارة المكثفات المهدورة لمحطة المخاء البخارية في تحلية مياه.

م	وجه المقارنة	درجات حرارة الماء المراد تحليته		ملاحظات
		41C°	20 C°	
1	عدد مراحل التحلية	3	5	عند زيادة عدد المراحل تزداد تكلفة الشراء وتكلفة التشغيل والصيانة
2	كمية الزيت الناقل للحرارة (kg/sec)	2229,1	1330	كمية الزيت تتناسب تناسب عكسيا مع عدد المراحل
3	حرارة اللازمة للتبادل الحراري داخل المكثف(KJ/kg)	603.4	805.95	ارتفاع الحرارة اللازمة للتكثيف يؤدي لتقليل من كفاءة منظومة التحلية متعدد التأثير بمقدار 25%



الشكل(1): يوضح محطة التحلية وموقعها بالنسبة للمحطة البخارية والمحطة الشمسية ومحطة طاقة الرياح.