إستخدام بطة سالتر لتزويد محطات التحلية بالمياه المالحة

م. عبدالملك علي الحنيدي

قسم هندسة الانتاج وتصميم النظم الميكانيكية
كلية الهندسة - جامعة الملك عبدالعزيز
ص.ب ٩٠٢٧ - جدة ٢١٤١٣

هذه الورقة تقترح إستخداما جديدا وفعالا للطاقة الميكانيكية الموجودة في أمواج البحر حيث يتم إمتصاص تلك الطاقة وتحويلها إلى شكل آخر من أشكال الطاقة عن طريق جهاز بطة سالتر (Salter Duck) هذه الطاقة المستخلصة يتم الاستفادة منها مباشرة في ضخ المياه المالحة إلى محطات التحلية بإستخدام مضخة مترددة . وهكذا يتم توفير ما قد يصل إلى ٨٪ من إجمالي الطاقة الكهربائية المنتجة من محطات التحلية وذلك عند توفر طاقة موجية كافية .

تمهيد :

عندما نتحدث عن الطاقة البديلة يجب أن نناقش أفضل مصادرها لدراسة مزاياها وعيوبها حسب إمكانيات توفرها من حولنا . وطاقة أمواج البحر هي إحدى الطاقات المتجددة التي حظيت بقسط وافر من الدراسة والبحث خاصة بعد أزمة النفط عام ١٩٧٣م.

لقد سجل العلماء والمهندسون مايقرب من ألف جهاز لإمتصاص طاقة الأمواج خلال الخمسين سنة الماضية [١] وكان من أهمها أعمدة الماء المتأرجحة (OWC) ، طوافة كوكريل (Cockerell Raft) ، بطة سالتر ، إسطوانة بريستول (Bristol Cylinder) نموذج المحار (Clam) ، وغيرها الكثير . ولامجال هنا للتفصيل في دراسة أي منها أو المفاضلة بين أشهرها. عندما عكف المهندسون على دراسة أجهزة إستخلاص طاقة الأمواج كان هدفهم هو الحصول على طاقة كهربائية يمكن أن تستغل في الحياه اليومية في المدن والمصانع وغيرها. وبالرغم من إنعدام التأثير السلبي من طاقة الأمواج على البيئة، والذي عادة ماتسببه المصادر التقليدية للطاقة ، إلا أن طاقة الأمواج البحرية لم تضيفها كأحد المصادر الغير مشجعة وذلك لإرتفاع تكاليف إنشاء محطات وصيانة تلك المحطات خاصة أنها تعمل في وسط شديد التآكل بالاضافة إلى مشكلة تحويل حركة الموجه البطيئة المتذبذبة والعشوائية إلى حركة سريعة وثابته ومستمرة تصلح لتوليد الكهرباء .

طاقة الموجة

تتكون الأمواج البحرية نتيجة لعدة مسببات ، من أهمها تداخل الرياح مع سطح الماء وحركات قشرة الأرض . هذه الأمواج ماتلبث أن تنتقل من مكان إلى آخر تحت تأثير كلا من الرياح والتيارات المائية ودوران الأرض . ويتلاشي جزء من هذه الأمواج لدى إصطدامها بالجروف القارية أو بالسواحل [٢].إن القدرة الكاملة الموجودة في الموجة البحرية تساوى

ق = ٥٥٠ د أ^{٢} (واط /متر) ..... (١)

حيث أن د هي متوسط زمن الموجه التي يمكن ايجارها بالعلاقة

د = ز/ن (ثانية) ..... (٢)

وتمثل ن عدد المرات التي يقطع فيها سطح الماء متوسط إرتفاعه (مستوى الماء الساكن) خلال الفترة الزمنية ز ثانية .

بينما تمثل أ الإرتفاع المتميز ويساوى

أ = ٤ ج (متر) ..... (٣)

حيث تمثل ج الجذر التربيعي لمتوسط مربع إرتفاع الموجه [٣] .

وهكذا يمكن حساب القدره الموجودة في أمواج بحرية يبلغ إرتفاعها المتميز ٢ متر ومتوسط زمنها ٥ ثواني فتكون ق = ٥٥٠* ٢^{٢} * ٥ = ١١ كيلو واط /متر .

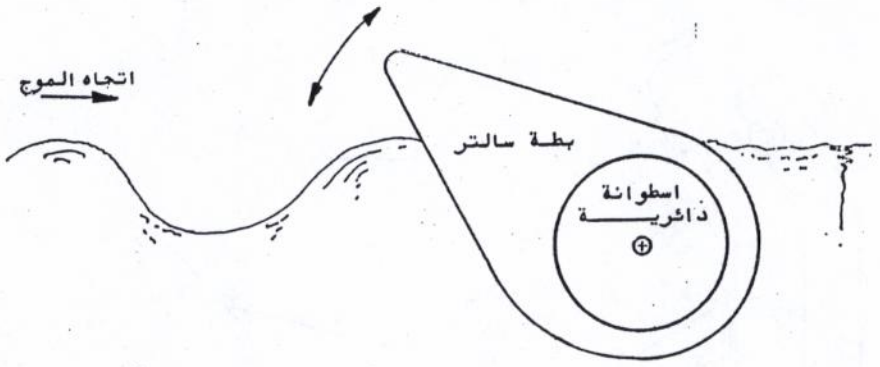
ان معدل طاقة الأمواج البحرية على سواحل البحر الأحمر يبلغ ١١ كليو واط لكل متر وذلك على مدار السنة [٤] . وتزداد هذه القيمة في منتصف البحر الأحمر وعلى سواحله الشرقيه وتعتبر هذه الطاقة قليلة نسبيا اذا ماقورنت بمناطق أخرى من العالم تشرف على المحيطات .

ان كثافة الطاقة الموجيه تعتبر عالية إذا ماقورنت بمصادر أخرى مثل الرياح (الكتلة الحجمية للماء تبلغ ٨٠٠ ضعف كتلة الهواء) أو الطاقة الشمسية التي لايتجاوز معدل التقاطها طوال العام عن ٢٠٠ واط/متر مربع وذلك في الأقاليم الاستوائية باعتبار متوسطات الليل والنهار والصيف والشتاء [٥].

بطة سالتر

ينسب هذا الجهاز إلى مخترعه ستيفن سالتر من جامعة أدنبره . وبطة سالتر هذه عباره عن جسم عائم له شكل حدبه (Cam) كما في شكل رقم ١ . ويضف هذا الجهاز على إنه أحد أجهزة إستخلاص الطاقة الموجيه الطرفية التي تعمل في المناطق المغمورة البعيدة عن الشاطئ .

تتأرجح بطة سالتر نتيجة لحركة الأمواج مما ينتج



شكل رقم ١ يبين بطة سالتر

عن ذلك حركة نسبية بين حسم البطة الخارجي وإسطوانة المحور الثابتة والتى قد تكون موصلة بوحدة توليد الطاقة الكهربائية . فى البداية كانت فكرة إستخلاص الطاقة تكمن فى الإستفادة من الحركة النسبية الأنفة الذكر عن طريق مضخات (هيدرولوكية) داخلية ، ثم تطورت الفكرة حتى انتهت بنظام ضخ (هيدرولوكى) عالى الضغط باستخدام جهاز دوّار (جيرسكوبى) دقيق يتم تثبيته فى مقدمة البطة [٣] .

لقد حظيت بطة سالتر بقسط وافر من الدراسة والتحليل والاختبار المعملي على مدى عدة سنوات ولقد أعطت نتائج جيدة واستطاعت أن تعطى كفاءة وصلت الى ٩٠ ٪ فى أحواض التجارب ومايقرب من ٤٦ ٪ فى حالة اختبارها فى عرض البحر [١] .

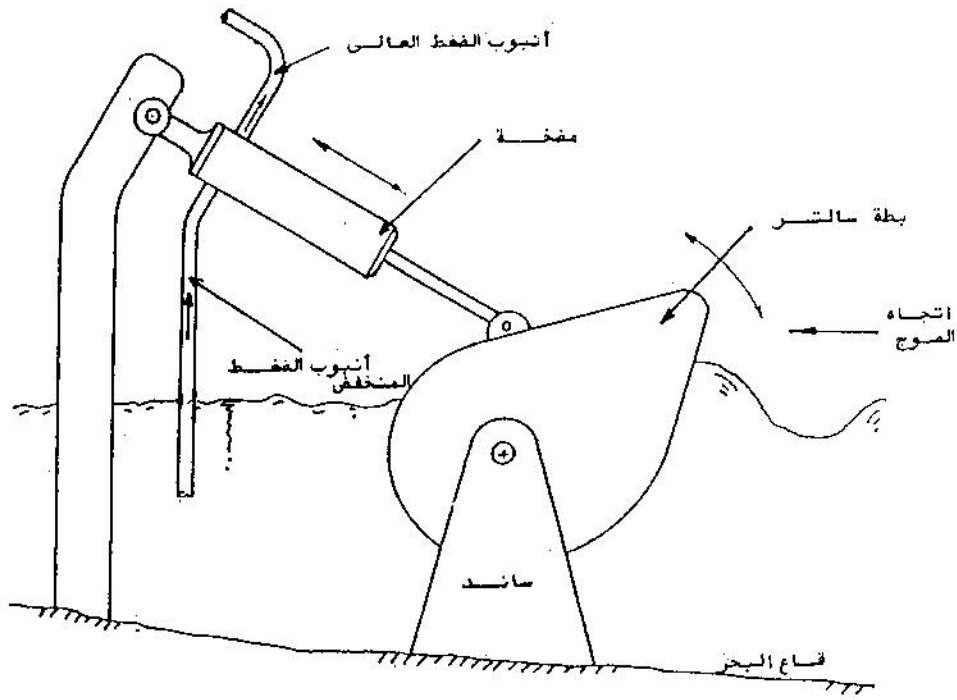
الاستخدام المقترح لبطة سالتر

يجب التذكير هنا أنه كلما كثرت عمليات تحويل الطاقة من شكل إلى آخر فإن هذه الطاقة سوف تهدر أو تتلاشى وهكذا يمكن التنبه إلى أحد الأسباب الهامة التى جعلت من طاقة الأمواج طاقة غير مشجعة الا وهي كثرة عمليات تحويل الطاقة . فالطاقة الحركية والكامنة فى الموجه يتم تحويلها (بإستخدام بطاقة سالتر مثلا) إلى طاقة ميكانيكية دورانية قد تستغل مباشرة فى توليد الطاقة الكهربائية ، ولكن مشكلة تذبذب الموج وعدم إنتظام حركته يجعل هذا التحويل المباشر غير فعّال وغير مجدي ، أو أن هذه الطاقة الميكانيكية الدورانية يتم تحويلها إلى طاقة إزاحية تستهلك فى المضخات (الهيدرولوكية) لضخ سائل تشغيل إلى زعنفة (توربينه) تنتج الكهرباء لكن كثرة عمليات التحويل يقلل من كفاءة النظام بشكل عام . بالاضافة الى هذا فإن المصادر الغير ناضبة للطاقة تعتبر مصادر خاصة للطاقة ، ووجه الخصوص هنا يرجع إلى خصوصية المكان والزمان . فقد يكون تأثير عامل الزمن هاما وواضحا كما فى الطاقة الشمسية إلا أنه لايحمل التأثير نفسه على طاقة الأمواج فالتغير فى طاقة الأمواج بين الليل والنهار بسيط ولايكاد يذكر . أما عامل المكان فيظل العامل الرئيسي الذى يؤثر على المصادر الغير ناضبة للطاقة . وهكذا نجحت المصادر الغير ناضبة للطاقة بتوفير قسط من الطاقة للإنسان فنرى طاقة الرياح قد حققت السبق فى عمليات رفع المياه فى الحقول والمزارع وخصوصا فى الأماكن العالية ، بينما نجد أن الطاقة الشمسية قد أسهمت إسهاما جيدا فى التدفئة المنزلية أو تدفئة المياه وذلك لاختصارها عمليات تحويل الطاقة . أما طاقة الأمواج فلقد حققت نجاحا فى بعض الإستخدامات الخاصة مثل إضاءة منائر مداخل المواني وأبراج حقول الزيت البحرية حيث تكون تكاليف إنشاء شبكة إضاءة كهربائية من الساحل باهظة التكاليف .

إن الإستخدام المقترح لبطة سالتر هنا لايتطلب تواجدها فى المياه العميقة كما كان يفترض وإنما على مقربة من الشاطئ وبذلك لاتتطلب نظام إرساء خاص بها وتقلل من تكاليف نقل الطاقة إلى الشاطئ . وهكذا يمكن إنشاء النظام المقترح فى المياه المتوسطة (بين العميقة والضحلة) حيث لاتزال الموجه تحوى قدرا لا بأس به من طاقتها . ويمكن إختيار المسافة من الشاطئ حسب طبيعة إنحدار قاع البحر وطاقة الأمواج المتوفرة ، ويوضح شكل رقم ٢ النظام المقترح الذى يحوى بطة سالتر ومضخة أفقية مترددة بالإضافة إلى حامل مثبت فى قاع البحر .

إن إنعدام تأثير المد والجزر فى المياه المتوسطة يقلل من الحاجة إلى نظام يتحكم فى إرتفاع وإنخفاض بطة سالتر . كما إن النظام المقترح لايحوى إلا أجزاءاً بسيطة سهلة التصنيع والصيانة (اذا ماقورنت بأجهزة أخرى تستخدم زعانف مثلا) .

إن مسافة ١ كم على شواطئ البحر الأحمر الشرقية يعنى توفر مامقداره ١١ مليون واط (MW) من الطاقة على مدار العام فإذا توفر على إمتداد هذا الكيلو مجموعة كبيرة من بطات سالتر ذات كفاءة تقارب ٤٥ ٪ فذلك يعنى استخلاص ما قد يصل إلى ٥ مليون واط من الطاقة على طوال العام . هذا إذا ما أهملنا الفراغات الموجودة بين البط . هذه الطاقة يتم إستغلالها مباشرة فى ضخ المياه المالحه المحيطة بها إلى خزانات وأبراج محطات التحلية المنتشرة على سواحل البحر الأحمر . وهكذا يتم زيادة إنتاج محطات التحلية من الكهرباء بنسبة مئوية تعادل نسبة ماتحتاجه مضخات الدفع الرئيسية من الكهرباء مقاسة إلى إجمالى إنتاج محطات التحلية من الكهرباء (وذلك عند توفر طاقة موجيه كافية) وهي بالتأكيد نسبة تتراوح مابين ٥ — ٨ ٪ . ولايشمل نظام ضخ المياه هذا المضخات الداخلية الخاصة . وهنا يجب التذكير بأن نظام الضخ هنا لايتم إحلاله مكان ماهو موجود من مضخات كهربائية ، وإنما تبقى تلك المضخات فى حالة الإنتظار تحسبا لإنعدام أو تلاشي أمواج البحر حيث يتم تشغيلها لتعويض النقص الحاصل فى تدفق المياه نتيجة لقلة كثافة الأمواج وتعود إلى العمل كليا فى حالة تلاشى الموج نهائيا .



شكل رقم ٢ يوضح النظام المقترح

نظرة أخيرة

يعتبر الهدف الرئيسى من إستخدام بطة سالتر فى هذا المجال هو توفير الطاقة أو زيادة قدرة محطات التحلية من إنتاج الكهرباء وثمن هذا الإستخدام تكاليف إنشائية قد تبدو عالية للبعض ، وتكاليف صيانة معتدلة . إن دراسة شاملة للفكرة ولمحطات التحلية الموجودة على سواحل البحر الأحمر يبين جدواها بشكل دقيق وقد يشجع على البدء فى تنفيذها . وأخيرا فإن هناك إستخدامات جديدة تفرض على الإنسان الاستفادة من طاقة الموجه ومنها إستخدام هذه الطاقة مباشرة ودون سواها فى ضخ المياه المالحة إلى النوافير الموجودة على الشواطىء أو تشغيل المدن الترفيهية أو حتى إضاءة الشواطىء مع العلم بأن اضمحلال الموج أو تلاشيه لايتطلب محطات توليد كهربائية مساندة لهذه الإستخدامات .

شكر وتقدير

أود أن أتوجه بجزيل الشكر والتقدير الى الدكتور أبوالعلا محمد أبوالنجا ، على توجيهاته وآرائه القيمة خصوصا خلال مشروع بحث طاقة الأمواج . كما أشكر الإخوة مصطفى الحاج وداود أبايزيد ومجاهد عثمان ، على طباعة هذه الورقة .

المراجع

[١]- أبومبار ، ل . شاربونيه ، و ب . كيليس - كهرباء مساقط المياه وطاقة البحار - الطاقة ، مصادرها وقضاياها - الفكر المعاصر (٢) القاهرة ١٩٨٤م .

[2] M. E. McCormick, Ocean Wave Energy Conversion, John Wiley & Sons, New York, 1981.

[3] P.G. Davies et al., Wave Energy, The Department of Energy's R&D Programme 1974-1983, ETSU, London, March 1985.

[4] R. Tornkvist, Ocean Wave Power Station, Report 28, Swedish Technical Scientific Academy, Helsinki, Finland, 1975.

[٥] ج. ب . حيراردية ، طاقة الرياح ، الطاقة مصادرها وقضاياها ، الفكر المعاصر (٢) القاهرة ١٩٨٤ م .

*** ***