مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (32) العدد (1) 2010
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (32) No. (1) 2010

دراسة وإعداد نظام لتوليد الطاقة الكهربائية من الأمواج البحرية باستخدام الحاسوب

الدكتور عدنان عمران*
الدكتور مثنى عبد المجيد جميل**

(تاريخ الإيداع 3 / 1 / 2010. قُبِل للنشر في 2010/3/14)

□ ملخّص □

يتضمن هذا البحث دراسة و إعداد نموذج جديد لتحويل حركة الأمواج البحرية العرضية إلى طاقة كهربائية وذلك باستخدام توربين هوائي يستمد حركته الدورانية من ضغط الهواء، الذي تولده الأمواج البحرية، في حجرة عمود تحويل الطاقة الخاصة بالنظام ، كما ويتضمن البحث إعداد برنامج حاسوب يتم تشغيله بمساعدة برنامج أل MATLAB الذي يقوم بحساب المعادلات الرياضية للنموذج، ويظهرها بشكل منحنيات واضحة القيمة والتي تمت مناقشتها ومقارنتها مع نتائج نموذج سابق، وكانت النتائج متقاربة لحد ما، مع أفضلية لهذا النموذج عند سرعات موجة أكبر من 4,5m/s . بعد ذلك تم التوصل إلى مقترحات مفيدة تهدف إلى بناء وتطوير النموذج .

الكلمات المفتاحية: 1- الموجات البحرية 2- التوربينات 3- نموذج رياضي 4- برنامج أل MATLAB

* أستاذ مساعد – كلية الهندسة التقنية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.
** أستاذ مساعد- الكلية التقنية العليا- قسم الميكانيك – مسقط – عمان.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (32) العدد (1) 2010
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (32) No. (1) 2010

The Preparation and Studying of Electric Energy Generation Model from The Sea Waves By Using The Computer

Dr. Adnan Omran*
Dr. Muthana A.M. Jamel**

(Received 3 / 1 / 2010. Accepted 14 / 3 / 2010)

□ ABSTRACT □

This research includes the studying of a new model to convert the movement of the wide sea waves into electrical energy by using an air turbine which rotates by the pressure changing caused by the sea waves within the chamber of the energy changing.

This research includes preparing a computer program worked by MATLAB PROGRAM and calculates the mathematical equation of the system mode, then changes them into clear value curves that it was discussed and compared with the results of a previous model. The results were approximately similar, with an advantage to this system with the speed of the wave more than 4.5 m/s. After that we concluded with useful suggestions which aim to improve the model.

Key Wards: 1-Sea wave: 2-Turbine: 3- Modeling: 4-Matlab

*Assistant Professor, Tishreen University, College of Technology , Syria.
**Associate Professor, Higher College of Technology , Engineering Department , Muscat , Oman.

مقدمة:

منذ نشوء الكون و حاجات الإنسان في تطور مستمر، و كانت الطاقة هي العقبة الرئيسية و المشكلة الأساسية التي تحتاج إلى البحث و التطور. حيث تزداد الحاجة والطلب يوما بعد يوم على الطاقة باختلاف أنواعها ، لذلك نرى اليوم سباقاً متسارعاً في البحث عن مصادر متجددة من الطاقة .

تندرج مشكلة العالم حاليا في إطار مشكلة الطاقة النظيفة، فالطاقة الناتجة عن المحطات النووية تكاد لا تنتهي مخاطرها، أما الطاقة النفطية الناتجة عن البترول الملوث فمصيرها النضوب بعد فترة من الزمن. واليوم تصبح الطاقة المتجددة كالطاقة الشمسية ، طاقة الرياح و الامواج هي الشغل الشاغل ضمن بحوث العلماء.

فالطاقة الشمسية مكلفة، وتتطلب مساحات واسعة لتركيب الخلايا الضوئية، ومردودها قليل مقارنة بالتكاليف. أما طاقة الرياح فتحتاج إلى قوة للرياح مابين 3–8 م/ثا ، وتبلغ التكاليف التقديرية لإنشاء المروحة الواحدة حوالي ستة ملايين يورو ، كما وتحتاج إلى كلفة صيانة عالية ، إضافة لذلك، الضجيج العالي الناتج عن تلك المراوح .

في حين الطاقة الناتجة عن حركة الأمواج يمكن توظيفها والاستفادة منها لتوليد طاقة كهربائية نظيفة بعيدا عن كل أشكال الملوثات التي يمكن أن تخلفها الطرق الأخرى ، وفي هذه الدراسة سنحاول أن نضيف بعض الشيء عن طاقة الأمواج البحرية على ساحل البحر الابيض المتوسط و المحيط الأطلسي، وهذا يعني توفير طاقة بديلة و كبيرة للبلدان الواقعة عليهما [2& 1] .

طاقة الأمواج الكامنة:

إن طاقة المياه استخدمت منذ الاف السنين، حينما رأى الإنسان الطاقة الكامنة في فيضانات الأمطار، الأنهار، التي تعتبر من الظواهر الطبيعية. فمنذ قرون طويلة و الانسان يستخدم طاقة المياه في إدارة النواعير للري، والطواحين لطحن الحبوب، ثم تطور فكره نحو توليد الطاقة الكهربائية من طاقة المياه في القرن التاسع عشر. واليوم أصبح واضحا أن هذه الطاقة سوف تكون احدى الحلول المستقبلية البديلة للعالم، واستغلالها يكمن في الأنواع التالية [3 &4] :

1-المياه الساقطة.

2– أمواج البحار و المحيطات.

3-مياه المد والجزر.

إن طاقة المياه كبيرة وغير ناضبة، والأهم من ذلك أنها غير ملوثة و صديقة للبيئة . تعتمد كمية الطاقة الكامنة في محطات التوليد المائية على حجم كمية الماء وعلى مسافة سقوط الماء. تبلغ الطاقة الكامنة في مصادر الطاقة المائية في العالم حوالي ثلاثة ملايين ميغا واط، والمستغل منها حوالي 5 % [4] . يعود انخفاض هذه النسبة إلى الكلفة العالية لإنشاء محطات التوليد. إن أشهر محطات توليد الطاقة من هذا النوع هي الموجودة في منطقة سد الفرات في سوريا ومنطقة السد العالي في مصر .

إن طاقة المد والجزر أيضا هي من الطاقات البديلة و الهائلة و استغلالها لهذا اليوم هو قيد البحث وعمليا يمكن تسخيرها عن طريق خزن مياه المد في الخزانات و بعد ذلك توجيهها نحو التوربينة . هذا المجال التكنولوجي الرائع والمهم هو حديث في توليد الطاقة الكهربائية، حيث انه في عام 1970 بدأت بعض الدول المتقدمة مثل انكلترا، اليابان، فرنسا، استراليا ، و حتى اميريكا ..... الخ في البحث والتجارب لتطوير النظام المناسب لهذه التقنية من حيث

الكفاءة و الاقتصاد و قد قطعت شوطاً كبيراً في هذا التخصص ، وفي عام 2000 تم في اسكتلندا بناء أحد هذه الأنظمة (OWC – المسمى بخزان الموجات المتذبذبة) والتي تستطيع توليد طاقة بحدود ال 500 kW و تم نصبه في جزيرة اسلاي [3,4, & 5].

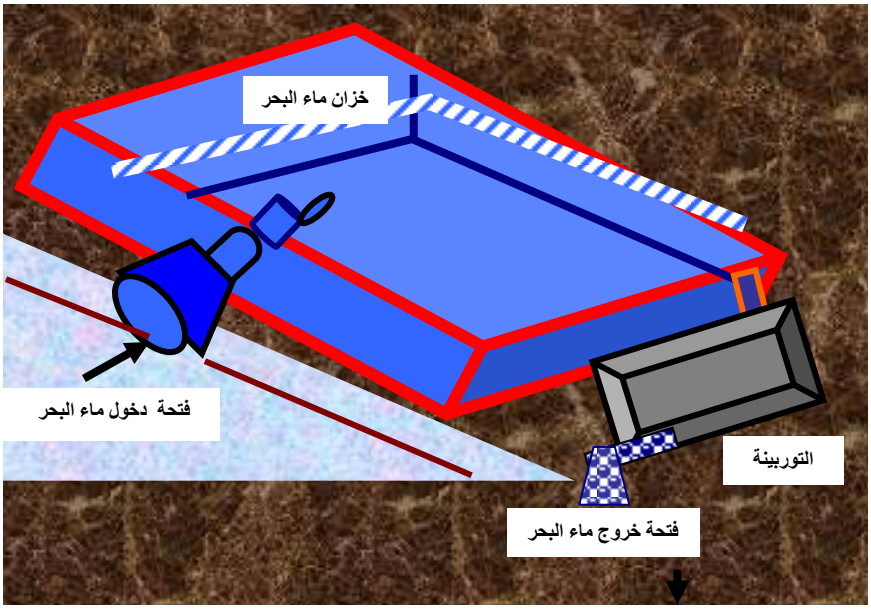
إن الطاقة الكلية التي يمكن ان توفرها السواحل العالمية مجتمعة هي بحدود 2–3 مليون ميغا واط [3,4, & 5] وهي مكافئة إلى عدة آلاف من محطات التوليد الكبرى، و هذا شيء عظيم يستحق الاهتمام به كطاقة مستقبلية بديلة.

الأنظمة المستخدمة في تحويل طاقة الأمواج البحرية

هنالك أنواع عديدة من الأنظمة المستخدمة لتحويل طاقة الأمواج البحرية إلى طاقة كهربائية ، منها ما هو مخصص للموجات المحيطية الكبيرة ذات الطاقة الهائلة أو للموجات البحرية ذات الطاقة المتوسطة، وأخرى مخصصة للأمواج التذبذبية ، ونوع أخر للمياه التي تخزن من ظاهرة المد و الجزر. ولا يوجد تصميم واحد مؤكد ومعتمد للاستخدام، بل هنالك بحوث مستمرة بسبب حداثة الموضوع. سوف نستعرض هنا بعضا منها، والهدف من أستخدمها

1- النظام المستخدم في تحويل طاقة المد والجزر[3]

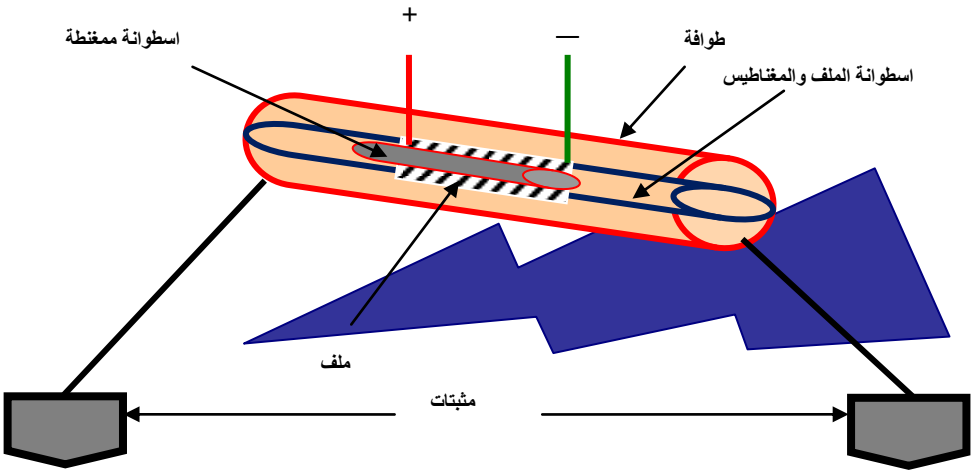
في هذا النظام يتم دخول الماء الناتج عن المد والجزر إلى الخزان المائي عبر فتحة دخول، كما هو مبين على الشكل (1)، ثم يتوجه عبر فتحة الخروج من الخزان لتدوير التوربين المائي الموصول بمولدة كهربائية التي تنتج الطاقة الكهربائية .



الشكل . 1. النظام المستخدم في تحويل طاقة موجات المد و الجزر.

2– النظام المستخدم في تحويل طاقة الأمواج التذبذبية [3] .

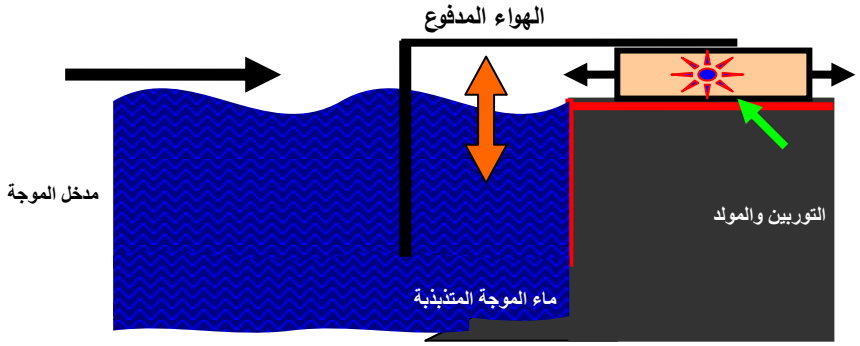
تتولد الطاقة الكهربائية في هذا النظام عن طريق الحركة المتذبذبة للموجات التي تسبب التحريض المغناطيسي في الملفات المتواجدة ضمن اسطوانة الطوافة، كما هو مبين على الشكل (2).



الشكل – 2 – النظام المستخدم في تحويل طاقة الموجات التذبذبية.

3 – النظام المستخدم في تحويل طاقة الأمواج العرضية [3] .

في هذا النظام تتحول الموجة العرضية إلى موجة تذبذبية داخل الحجرة المؤدية إلى التوربين والمولدة، كما هو مبين على الشكل (3) .



الشكل.3 . النظام المستخدم في تحويل طاقة الموجات العرضية.

و جميع هذه ألأنظمة ذات قدرة غير محددة و تعتمد على الزمان و المكان و التصميم و نوع الموجة.

أهمية البحث وأهدافه:

تكمن أهمية البحث في إعداد نظام جديد يقوم بتحويل طاقة الأمواج البحرية العرضية إلى طاقة كهربائية، يتم تخزينها في مدخرات أو تستعمل مباشرة، وذلك بواسطة توربين هوائي يستمد حركته الدورانية من الهواء المدفوع من الموجة في حجرة عمود تحويل الطاقة الخاصة بالنموذج ، وكذلك إعداد برنامج حاسوب يقوم بحساب المعادلات

الرياضية للنظام، ويظهرها بشكل منحنيات واضحة القيمة، تعبر عن العلاقات بين سرعة الموجة و المتغيرات الأخرى للنموذج مع مقارنة النتائج الحاصلة من هذا النموذج مع أخرى متوفرة و استنباط أفضل المقترحات .

طرائق البحث ومواده:

يمكن تلخيص طريقة البحث العملية بالخطوات التالية:

1. إعداد الشكل العام للنموذج ومبدأ العمل .
2. إعداد برنامج رياضي يقوم بحساب تصميم نظام تحويل الموجات البحرية العرضية إلى طاقة كهربائية.
3. اختيار الموقع المناسب لبناء سلسلة التوربينات على ان يكون ذا أرضية صلبة، ويؤمن استمرارية تدفق الموجات البحرية قدر المستطاع و إجراء مسوحات بحرية دقيقة تتعلق بصفات الموجة.
4. تحديد سعة فتحة قناة دخول الموجة تبعا لكمية الطاقة المطلوب توليدها من كل توربين.
5. تثبيت ارتفاع وقطر أسطوانة تداخل الماء الدافع مع الهواء بموجب حسابات البرنامج.

في هذا النموذج تم اختيار نوع نظام توليد مزود بتوربين يدور باتجاه عقارب الساعة تحت تأثير الهواء المدفوع بواسطة الموجة المائية العرضية في غرفة تحويل الطاقة ، وعند انحسار الموجة ورجوع الماء يستمر بالدوران بنفس الاتجاه عن طريق الهواء الذي تمتصه الموجة من الأعلى، كما هو مبين على الشكل (4) ، وقد تم وضع المعادلات الرياضية التي يمكن بموجبها حساب استطاعة التوربين، مع مراعاة الأسس التالية في التصميم :

ولإجراء التصميم كما مرسوم في الشكل (4) : تم افتراض ما يلي :

تحسب كمية ماء الموجة المندفعة إلى غرفة تحويل الطاقة الأسطوانية الشكل من العلاقة التالية :

$$mw = dw \times w \times h \times l \qquad (1)$$

حيث – mw كتلة الموجة المائية Kg ، dw كثافة المائع Kg/m^3 ، w عرض الموجة m ، h ارتفاع الموجة m ، l طول الموجة m .

ويحسب معدلها مع الزمن (التدفق الكتلي) وفق المعادلة:

$$mwt = dw \times w \times h \times l \times (0.5 \times t)^{-1} = dw \times Vw1 \times A \qquad \ldots\ldots (2)$$

حيث – mwt التدفق الكتلي للموجة في غرفة تحويل الطاقة Kg/s ، Vw1 سرعة تدفق الماء في المستوى الأول m/s ، A مساحة دخول الموجة m^2 ، t متوسط زمن الموجة sec .

و لأن المتغيرات المائية ثابتة فإن المعادلة العامة للجريان ضمن قناة الدخول متماثلة، وأن:

$$mw1 = mw2 \qquad (3)$$

حيث– mw1,2 كتلة الموجة المائية في المستويين الأول والثاني Kg .

و منها تصبح في المستوي الثاني :

$$Vw2 = 4 \times Vw1 \times (w \times h) \times (\pi \times dc^2) \qquad (4)$$

حيث – dc قطر أسطوانة غرفة تحويل الطاقة m .

بهذه السرعة سوف يدخل الماء غرفة التحويل، ويدفع الهواء بسرعة مساوية له، أي ان:

$$Va1 = Vw2 \qquad (5)$$

ومنها يمكن حساب طاقة الهواء الحركية الكلية وعلاقتها بتوليد الطاقة من العلاقات التالية.

$$Ea = (1/2) \times ma \times Va1^2 \qquad (6)$$

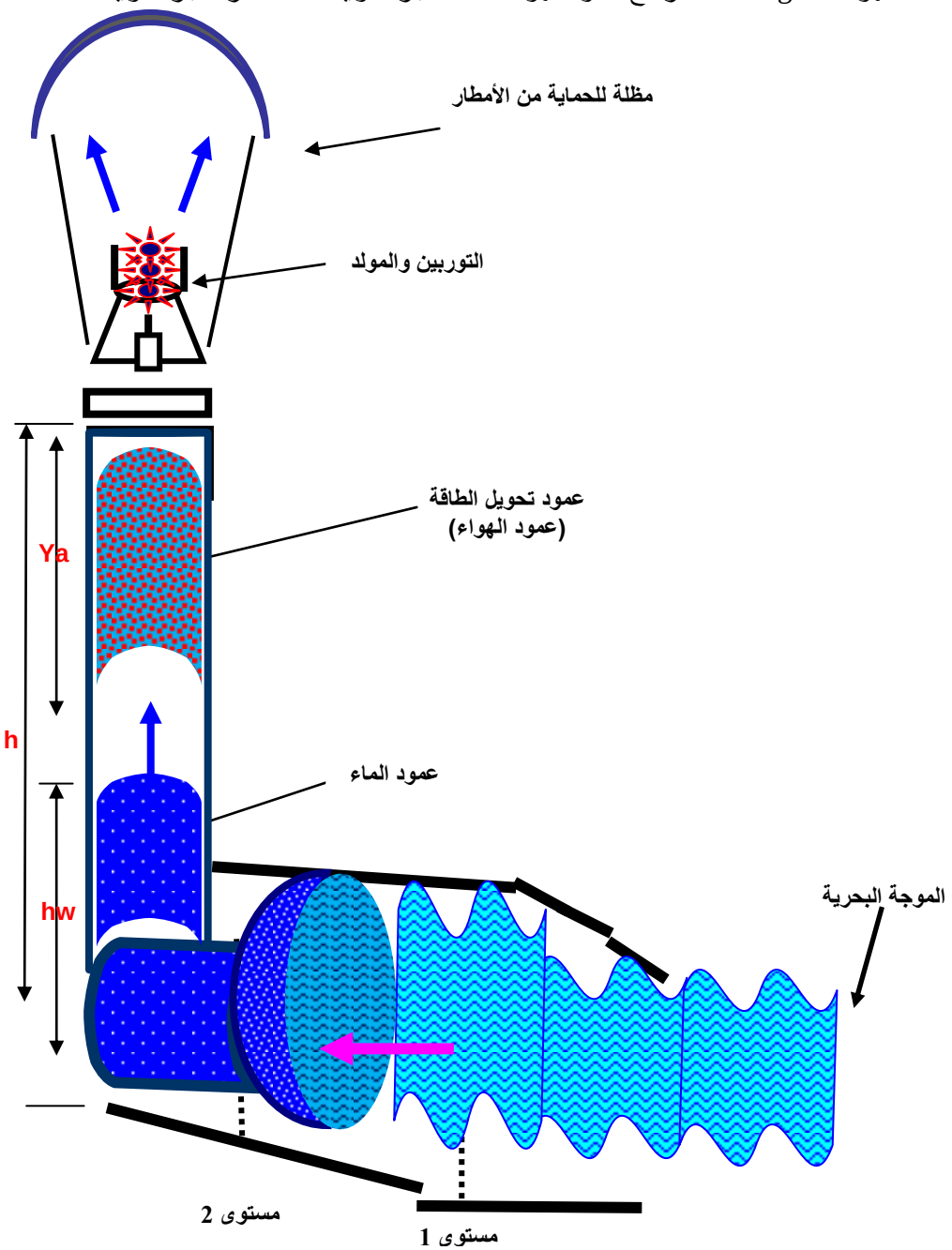
حيث – ma كتلة الهواء المتدفق .

$$P = Ea / t = u \times Fx \qquad (7)$$

حيث – P استطاعة التوربين W ، u سرعة دوران الريشة m/s ، Fx – قوة دفع الهواء على المحور x للريشة N ، t – متوسط زمن الموجة sec .

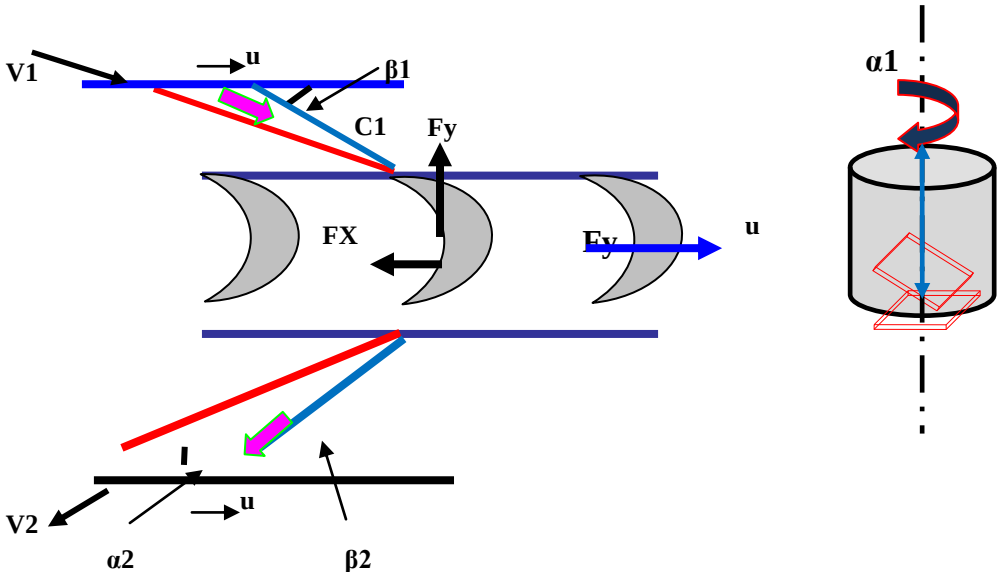
$$ma = (\pi dc^2 / 4) \times da \times Ya \qquad (8)$$

حيث – da كثافة الهواء Kg/m^3 ، Ya ارتفاع عمود الهواء داخل حجرة التوليد ، dc قطر حجرة التوليد m .



الشكل . 4. المخطط العام لنظام تحويل طاقة الموجات البحرية العرضية.

ولغرض تصميم التوربينة، يجب ان نختار المحورية منها، لان المائع هو هواء، ونختار التحليل الرياضي للسرع والقوى على التوربينة، كما مبين في الشكل (5) [1] :

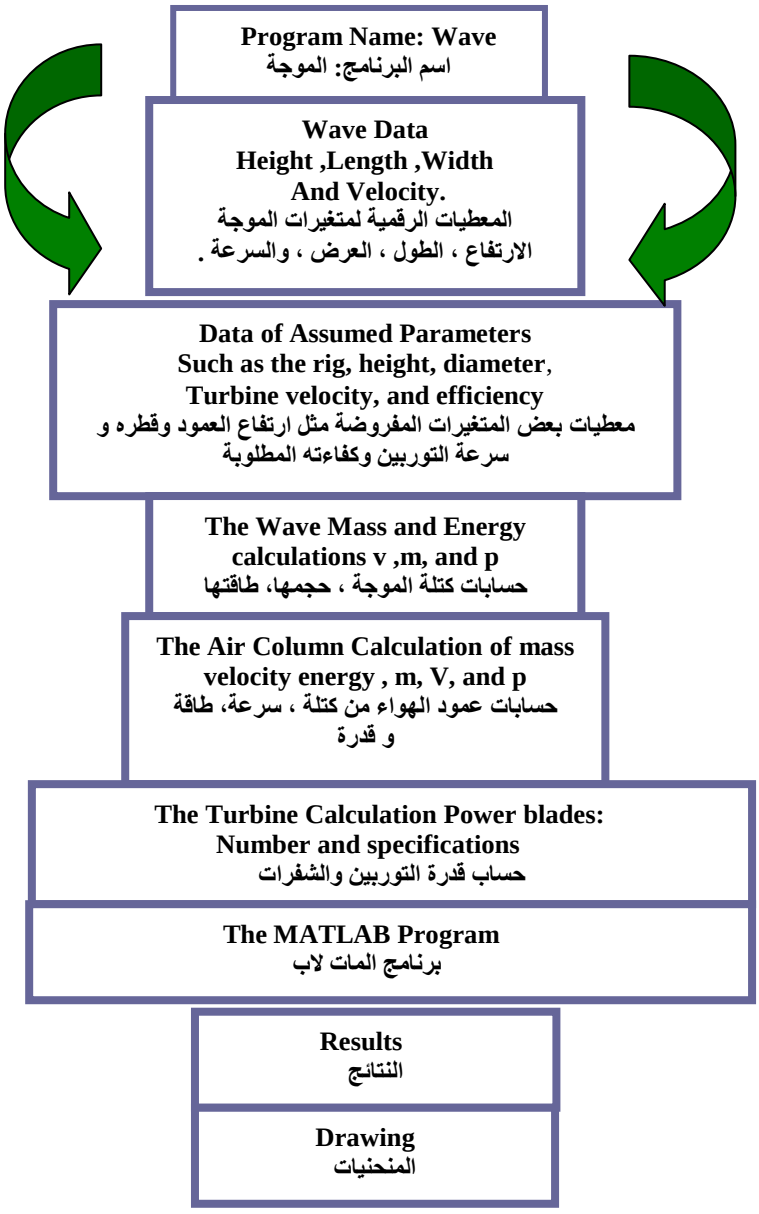


الشكل . 5. رسم تخطيطي للتوربينة المحورية و توزيع السرع على أرياشها.

خطوات برنامج الحاسوب

تم إعداد برنامج حاسوب بلغة ال **FORTRAN** ضمن البرنامج الأم **MATLAB** الذي يقوم بالحساب المتكامل لنظام التوليد المقترح و يحدد أفضل نموذج لنظام يعتمد متوسط ظروف الأمواج المتوفرة وفقا للخطوات التالية :

Diagram .1.The present computer chart.



المخطط .1. خطوات برنامج الحاسوب.

النتائج والمناقشة:

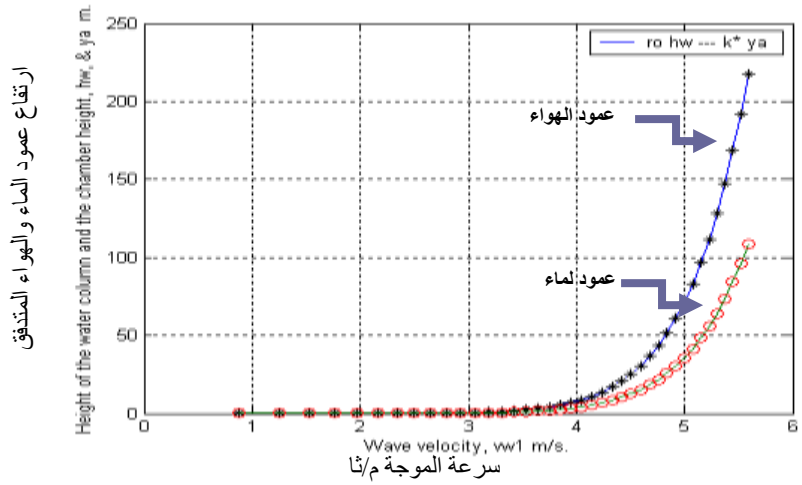
في هذا البحث تم برمجة النموذج الرياضي لنظام التوليد المقترح إلى لغة برنامج ال MATLAB ، كما مبين أعلاه و تشغيله لمجموعة من الامواج متغيرة الطاقة لإيجاد أفضل كفاءة للتوربين و كانت أهم هذه المتغيرات هي : 1- زمن تردد الموجة t . 2- طول الموجة l . 3- عرض الموجة w . 4- ارتفاع الموجة h .

وفيما يلي نقدم مثالاً على قسم من النتائج التي تم الحصول عليها، وهي مبينة على الأشكال (من 6 إلى 8) .

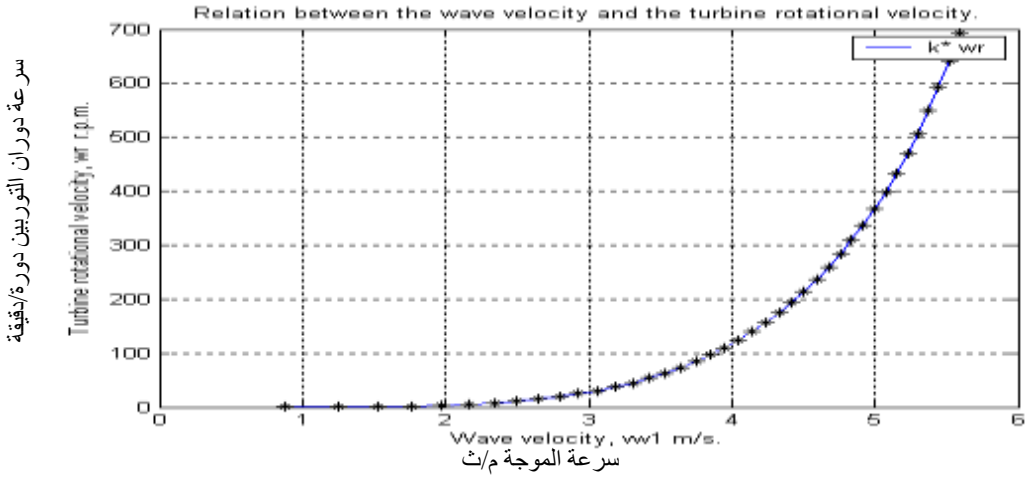
حيث يبين الشكل (6) العلاقة بين سرعة الموجة و ارتفاع كل من عمود الماء والهواء داخل غرفة تحويل الطاقة ، وتعتمد هذه العلاقة على الظواهر الطبيعية ومكان وجود التوربين . ونستنتج من هذا الشكل، أن الارتفاعين متقاربين لحدود سرعة موجة 4 m/s، وبعدها يكون ارتفاع عمود الهواء أعلى بقيمة تعتمد على سرعة الموجة.

أما الشكل (7) فيبين العلاقة بين سرعة الموجه وسرعة دوران التوربين ، ويتضح منه أن سرعة دوران التوربينة مرتبطة طرديا بسرعة الموجة.

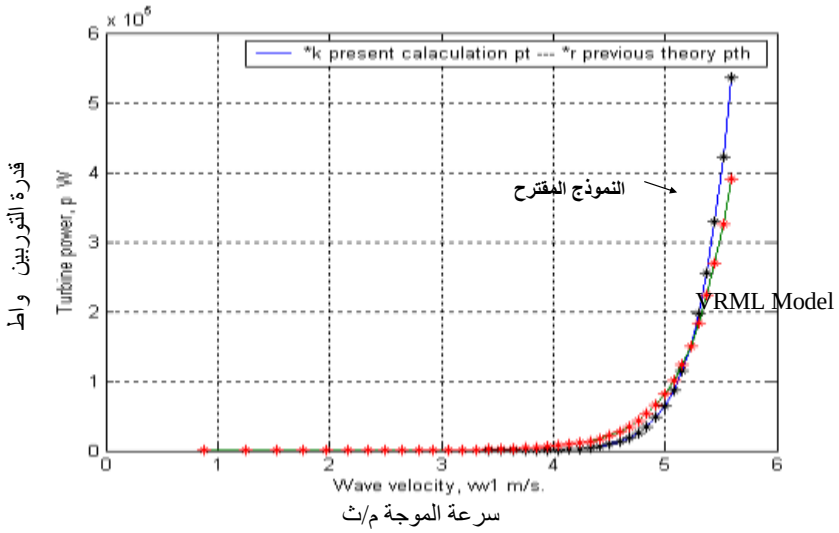
يبين الشكل (8) مقارنة بين قدرة توليد النظام المقترح المدروس، ونتائج نظرية VRML Model [5] ، وهما متقاربان حتى سرعة موجة 5,5 m/s في ظروف بيئية مختلفة ، وبعد هذه السرعة تصبح الأفضلية للنموذج المقترح .



الشكل-6- العلاقة بين سرعة الموجة وارتفاع كل من عمود الماء و عمود تحويل الطاقة



الشكل-7- العلاقة بين سرعه الموجه وسرعة دوران التوربين.



الشكل–8– مقارنة بين نتائج النظام المدروس وأخرى من نظرية VRML Model .

الاستنتاجات والتوصيات:

من بحثنا هذا يمكن أن نستنتج النقاط العلمية المهمة التالية:

1- ان تصميم نظام تحويل طاقة الأمواج يتطلب دراسة مسبقة و متكاملة للموقع البحري المطلوب إقامة المشروع فيه، وهذه الدراسة يجب إن تطول النواحي التالية: سرعة الأمواج ، ارتفاعها ، طولها، عرضها و مدى توفرها السنوي.

2- إن تحديد نوع الموجة (المد والجزر– التذبذبية–العرضية) مهم في عملية تصميم النظام، لان لكل نوع من الأمواج يوجد نوع مغاير من التصاميم.

3- إن مردود النظام يعتمد على عوامل كثيرة و متعددة الجوانب ، فمثلا في النظام العرضي المدروس يعتبر كل من سرعة وطول وارتفاع الموجة، وأبعاد فتحة دخول الموجة وقطر وارتفاع غرفة تحويل الطاقة من العوامل المؤثرة على المردود .

4– إن النظام المقترح من حيث النتائج يقع على مستوى الأنظمة المتواجدة بل ويفوقها عند سرعات موجة أعلى.

5– يمكن الانتقال إلى التطبيق العملي لهذا النظام بسهولة وتطويره لما له من أهمية اقتصادية وبيئية .

6– إن قوة ركائز المشروع يجب ان تاخذ بالاعتبار أسوأ الأحوال الجوية و إلا يصبح ركاما.

المراجع:

1. د. مصطفى ، مراد حواس . *ميكانيكا الموائع* . الطبعة الأولى ، منشورات جامعة قار يونس، 1993.
2. JAMEL , M.A . *The Design of The Ocean Wave Turbine* . Mediterranean Petroleum Conference & Exhibition , *Libya*, 2004 , 22-23.
3. *Tidal power-energy from the sea* .20 Jul. 2009. www.darvill.clara.net/altenerg/wave.htm
4. *Alternative Energy and Alternate Use Guide* . 6 Aug. 2009 . http://ocsenergy.anl.gov/guide/wave/index.cfm
5. *Wave Energy Conversion* . University of Michigan ,College of Engineering , Department of Naval Architecture and Marine Engineering , Engineering for the marine environment 6 Aug. 2009.

http://www.engin.umich.edu/dept/name/research/projects/wave_device/wave_device.html