

## دراسة ونمذجة محطة كهرومائية تعمل بالأمواج البحرية في شروط الساحل السوري

الدكتور صلاح داود\*

شادي ابراهيم طريبوش\*\*

تاريخ الإيداع 31 / 5 / 2015. قُبل للنشر في 23 / 7 / 2015

### □ ملخص □

يتضمن هذا البحث دراسة وإعداد نموذج جديد ومتطور لتحويل الطاقة الميكانيكية للأمواج البحرية إلى طاقة كهربائية، باستخدام طاقة الأمواج البحرية لضخ الماء إلى خزان يرتفع عن سطح البحر والذي بدوره يستطيع تشغيل عنفة مائية، والحصول على الطاقة الكهربائية، وذلك في ظروف الساحل السوري، كما يتضمن البحث إعداد برنامج حاسوبي يتم كتابته باستخدام Visual Basic.net، حيث يقوم البرنامج بحساب المحطة كاملة تبعا للبيانات الخاصة بالأمواج البحرية في المنطقة الجغرافية التي يتم اختيارها، كما يقوم بإظهار النتائج بشكل منحنيات واضحة القيمة يتم مناقشتها، وبعد ذلك تم التوصل إلى مقترحات مفيدة تهدف إلى بناء وتطوير النموذج في المستقبل.

**الكلمات المفتاحية:** الموجة البحرية، عنفة مائية، محطة تخزين بالضخ، جسم طاقي، مضخة مكبسية.

\*أستاذ - قسم هندسة القوى الميكانيكية - كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.  
\*\* طالب دراسات عليا (ماجستير) - قسم هندسة القوى الميكانيكية - كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

## Study and modeling a hydroelectric power plant work on sea waves in conditions of Syrian coast

Dr. Salah Dawd\*  
Shadi Traibouch\*\*

(Received 31 / 5 / 2015. Accepted 23 / 7 / 2015)

### □ ABSTRACT □

This research includes studying and creating a modern model to convert the mechanical energy of sea waves into electrical power. This model uses wave's mechanical energy to pump water to dam rises above sea level, which in turn can run water turbine and get electrical energy in the conditions of Syrian coast. The search also includes a computer program written using Visual Basic.net, so that the program calculates the station according to the data of the waves in the geographical area that are selected and show the results in a clear value curves, after that we get useful proposals aims to build and develop this model at the future.

---

\* Professor, Department of Mechanical Power Engineering, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.

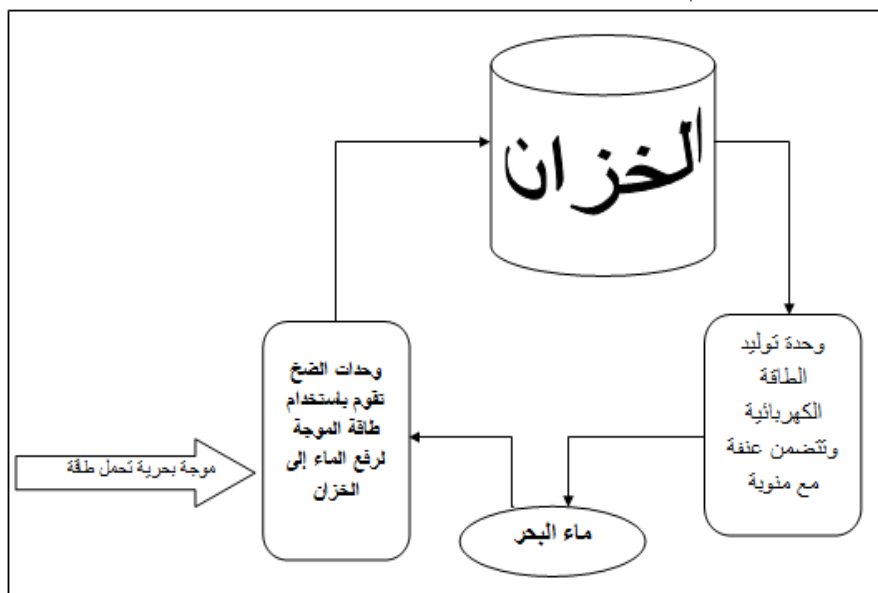
\*\*Postgraduate Student, Department of Mechanical Power Engineering, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.

**مقدمة:**

إن موقع سوريا الجغرافي يضعها في قلب العالم، وهذا الموقع يجعلها دائماً في قلب الأزمات، فتبدو الحاجة ملحة لتحقيق أكبر قدر ممكن من الاستقلالية في مجال الطاقة، كما أن تزايد عدد مشاريع الطاقة المتجددة وانتشارها على كامل الجغرافيا السورية يخلق البيئة لقيام قطاع أعمال نشيط، كما أن مشاريع الطاقة المتجددة يمكن أن تساهم في تغيير المناخ الاجتماعي للكثير من المجتمعات التي تنتشر حولها، وبالتالي من الضروري البحث عن مشاريع عملية للطاقات البديلة، تأخذ مكانها في مجال توليد الطاقة.

**أهمية البحث وأهدافه:**

يهدف البحث للحصول على طاقة متجددة، وذلك من خلال الاستفادة من الطاقة الميكانيكية للأمواج البحرية المتوفرة على الشواطئ السورية، باستخدام جسم طافي لتشغيل مضخة مكبسية، وتخزين الطاقة في خزان مائي، ومن ثم تحويلها إلى طاقة كهربائية عن طريق عنفة مائية. يعمل النموذج كمحطة مساعدة. حيث تقوم عدة وحدات ضخ تعمل عند عمق 1.5 m بتأمين التدفق اللازم لتشغيل المحطة وتستمد هذه الوحدات الطاقة اللازمة لتشغيلها من الأمواج.



الشكل (1) يبين المخطط العام للمحطة الكهرومائية البحرية.

**طرائق البحث ومواده:**

تم دراسة بيانات الرياح في الساحل السوري لمدينة اللاذقية خلال الفترة ( 1970-2005 ) من محطة رصد الأزهرى وبيانات الرياح خلال الفترة (1998-2015) من مخدمات الطقس على شبكة الإنترنت التي تستمد بياناتها من الأقمار الصناعية وتطابقها مع بيانات محطات الأرصاد [1]. وبعد معالجة هذه البيانات باستخدام برنامج Excel استنتجنا قيمة الإرتفاع المميز للموجة البحرية، سرعتها وزمنها. أجرينا توصيف للمحطة وأجزائها نظرياً ورياضياً وبناءً على هذه المعادلات وعلى بيانات الأمواج تم حساب محطة بحثية صغيرة باستطاعة 18 kW.

1- بيانات الأمواج البحرية في الساحل السوري (مدينة اللاذقية):

حصلنا على بيانات الأمواج البحرية عن طريق بيانات سرعات الرياح وبالاعتماد على مخطط بيפורت Beaufort جدول رقم ( 1 )، تم استنتاج القيمة المتوسطة لارتفاع الأمواج في المنطقة المدروسة، الإرتفاع المميز للموجة البحرية، متوسط زمنها، سرعتها [2].

جدول رقم (1) مقياس بيפורت.

مقياس بيפורت	سرعة الرياح بالعقدة	اسم الرياح	وصف حالة البحر	متوسط ارتفاع الموجة بالمتر
صفر	أقل من 1	هواء ساكن	ساكن زجاجي	صفر
1	3 - 1	هواء خفيف	ساكن مرتعش	0.1 - 0
2	6- 4	نسيم خفيف	هادئ	0.5 - 0.1
3	10 - 7	نسيم لطيف	خفيف	1.25 - 0.5
4	16 - 11	رياح معتدلة	معتدل	1.75 - 1.25
5	21 - 17	رياح نشطة	معتدل	2.5 - 1.75
6	27 - 22	رياح قوية	مضطرب	4- 2.5
7	33 - 28	عاصفة غير مكتملة	مضطرب جداً	6 - 4
8	40- 34	عاصفة	عالي	9 - 6
9	47 - 41	عاصفة شديدة	عالي جداً	11 - 9
10	55- 48	زوبعة	عالي جداً	14 - 11
11	62 - 56	زوبعة مدمرة	هانج	أكبر من 14
12	63 فأكثر	إعصار	هانج	أكبر من 14

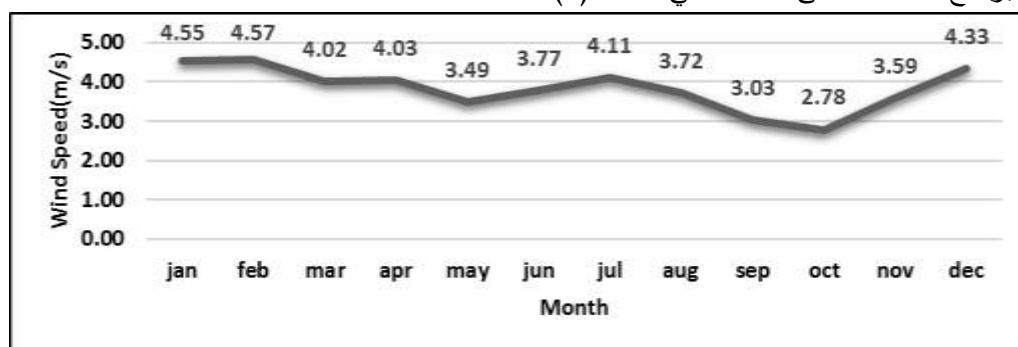
جدول رقم (2) متوسط سرعات الرياح لمرصد الأزهرى (1970-2005) (m/s)

dec	nov	oct	sep	aug	jul	jun	may	apr	mar	feb	jan	
5.2	3.8	3.2	3	4.2	4.2	3.6	3.4	3.3	3.6	4.1	4.7	1970
4.5	3.1	2.4	2	3.1	3.5	3.4	2.3	4	4.9	5.5	4.8	1971
3.6	3.5	2.3	2.7	2.9	4.1	3.7	3.7	3.7	4	5.8	5.6	1972
6.7	6.6	3	3.9	2.6	3.2	3.1	3.1	4.4	4.1	4.5	4.8	1973
6.2	4.8	3.6	3.7	4.6	4.6	3.6	4.4	6.4	3.8	5.4	6.3	1974
5.5	4.2	3.2	2.7	4.3	4.1	3.8	3.4	4	5.1	6.4	5.6	1975
5.7	4.7	3.2	3.3	4.1	3.9	3.7	3.6	4.3	4.9	6	7.4	1976
6	4.3	4	3.6	3.1	4.1	4	2.6	4.7	5.1	5.5	5.4	1977
5.9	4.3	3.4	4.4	4.2	3.7	4.6	3.5	5.5	4.7	5.9	6	1978
5.4	4.9	3.6	2.7	4.2	4.4	3.8	3	4.6	4.4	6	6.8	1979
5.1	4.2	4.2	3.3	4.3	4.6	3.2	4.1	5.8	6	5	6.4	1980
5.5	4.4	1.9	2.2	4	3.8	3.3	4.1	4.3	4.7	4.7	5.5	1981
3.2	2.7	2.4	2.3	3.8	4.3	2.5	2.8	3.4	3.1	4.4	4.9	1982
3.9	3.5	2.4	2.6	3.9	3.9	3.3	2.6	2.8	3.7	4.3	4.7	1983
3.5	2.9	2.2	2	3.7	4.1	3.2	2.6	4.5	3.6	3.6	3.2	1984
4.2	2.8	4	3.3	3.2	4.5	4.8	3.4	3.9	3.3	6.7	4.2	1985
5.2	4	2.8	2.8	3.6	4.4	4.8	5	3.8	3.4	3.6	5.3	1986
4.6	3.2	2.5	2.7	4	4	3.5	3.8	4.6	6.1	5.3	6.2	1987
4	3.2	2.8	2.8	3.9	3.1	4.2	4.6	3.7	6.6	4.9	4.9	1988
4.3	5	3.6	2.8	3.4	4.2	4.5	4.3	3.3	2.9	2.8	3	1989
3.9	3.7	3.5	3	3.5	4.1	3.9	3.2	3.7	3.3	5.7	3.8	1990

3.8	1.7	1.8	2.6	3.2	4	2.7	4.1	4.7	3.5	4.4	3.5	1991
3.1	3.6	2.4	2.9	3.4	4.6	4.8	4.4	2.9	2.1	3.7	2.7	1992
3.5	3.8	2.4	4	4.6	3.7	3.8	3.3	3.8	4.7	4.1	3.4	1993
	4.4	1.9	2	3.6	5.9	4.6	3.6	4.5	3.1	5.2	4.2	1994
1.7	2.8	1.7	2.8	3.2	4.5	4	3.7	3.9	4.6	2.9	4.6	1995
3.7	2.2	3	4.3	3.7	2.8		2.9	4	3.6	2.1	2.3	1996
4.5	2.7	2.7	3.7	5.8	4.5	3.8	3.4	4.7	4.2	3.6	3.6	1997
3.9	3.7	3.2	3.9	3.5	4.8	3.7	3.6	2.8	4.3	3.2	3.7	1998
4.4	3.3	3.2	4.4	5.3	5.2	4.4	2.7	3.2	3.8	4.8	3.3	1999
2.6	1.5	1.7	2.5	2.6	2.6	2.8	3.6	4.3	3.9	4.6	5.4	2000
4.5	3.5	2.7	3.5	2.4	4.9	4.4	2.7	2.4	1.9	2.8	1.8	2001
3.6	2.5	2.2	3.3	4.5	3.8	4	4	5	3.4	2.8	4	2002
4.8	3.6	3	2.9	3	4.1	3	2.8	3.7	4.4	6.5	4.5	2003
2.2	2.9	1.1	1.4	3.3	3.5	3.9	4.6	3.7	2.9	5.1	5.1	2004
3.3	3.3	2.9	3.2	3.2	4.3	3.7	2.6	2.9	2.9	2.6	2.1	2005

إن معالجة البيانات في الجدول ( 2 ) وبحساب القيمة المتوسطة لكل شهر ضمن المجال (1970-2005)

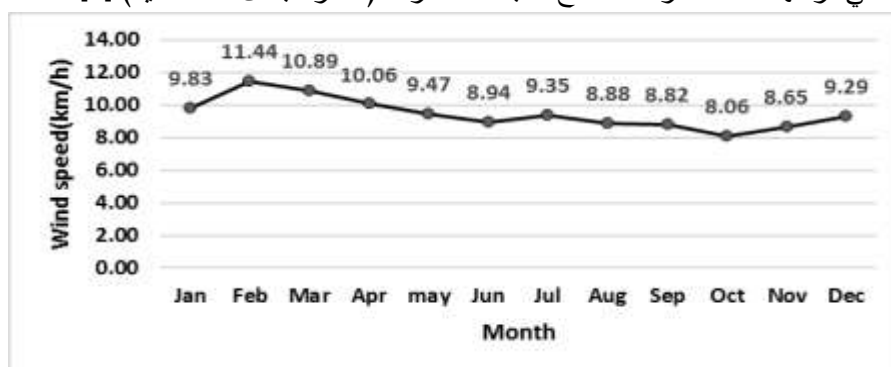
باستخدام برنامج Excel أعطى المخطط في الشكل (2).



الشكل (2) تغير سرعة الرياح خلال العام بحسب بيانات مرصد الأزهرى.

بالتحويل من m/s إلى عقدة نجد أن (4.57 m/s = 8.9 kt) و (2.87 m/s = 5.58 k) الجدول رقم (1)

مقياس بيפורت أظهر أن القيم تقع في نهاية الحالة رقم 2 على المقياس وتشمل الحالة 3 كاملة وبالتالي فإن الحالة العامة والسائدة هي الحالة رقم 3 ويتوافق ارتفاع أمواج (0.5 - 1.25 m). متوسط سرعة الرياح من عام 1998 وحتى 2015 من سيرفرات الطقس العالمية [www.wunderground.com](http://www.wunderground.com) التي تسجل بياناتها وفقاً لتقارير الأقمار الصناعية والبيانات التي ترسلها محطات رصد المناخ التابعة للمطارات (مطار الباسل - اللاذقية) [1].



الشكل (3) تغير سرعة الرياح لمدينة اللاذقية خلال العام بحسب بيانات سيرفرات الطقس.

إن سلوك البيانات متطابق وهناك تقارب كبير في القيم المسجلة وأخفض قيمة تسجلها الرياح هي في شهر تشرين الأول وأعلى قيمة لها في شهر شباط، بحسب ما سبق يكون متوسط ارتفاع الأمواج البحرية من 0,5 وحتى 1,25m، بمعالجة البيانات باستخدام برنامج Excel وتحويل سرعات الرياح إلى قيم ارتفاع الأمواج بحسب مقياس بيفورت، حصلنا على الإرتفاع المميز للأمواج وهو بالتعريف متوسط أعلى ثلث للارتفاعات المسجلة وبالتالي تكون قيمة ارتفاع الموجة التي نعتمدها في التصميم هي  $H = 0.7 \text{ m}$ .

العلاقات التي تصف طاقة الأمواج البحرية [3]:

متوسط تدفق الطاقة للمتر المربع الواحد.

$$E = \frac{\rho_w \cdot g \cdot H^2}{8} = \frac{1025 \cdot 9.81 \cdot 0.7^2}{8} = 615.9 (J/m^2) \quad (1)$$

متوسط سرعة الأمواج البحرية، عند عمق 1,5 m:

$$C = \sqrt{gd} = 3.1\sqrt{d} \quad (2)$$

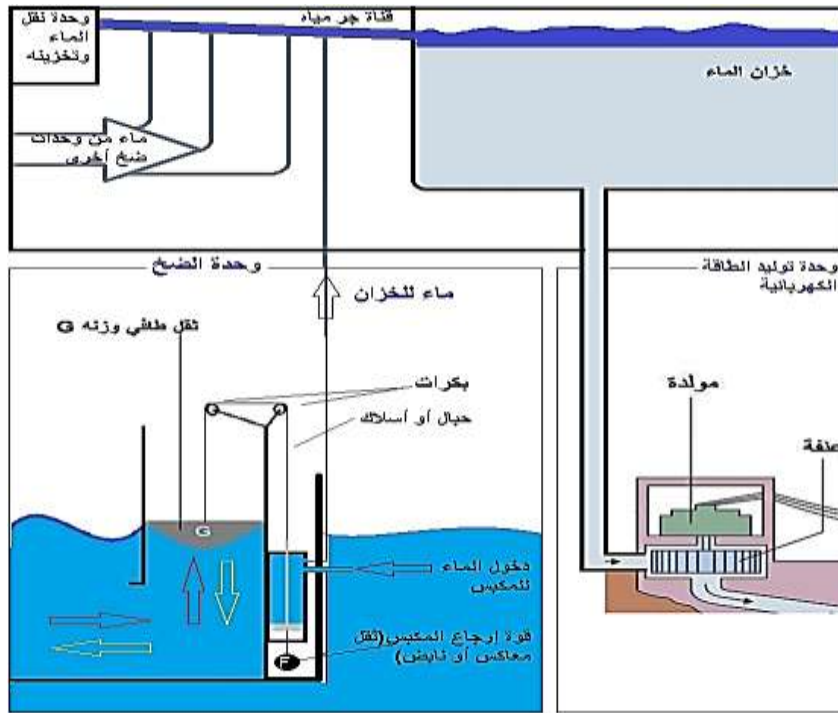
فيكون  $C = 3.5 \text{ m/s}$ ، متوسط الاستطاعة التي تحملها الموجة لكل متر طولي من مقدمتها:

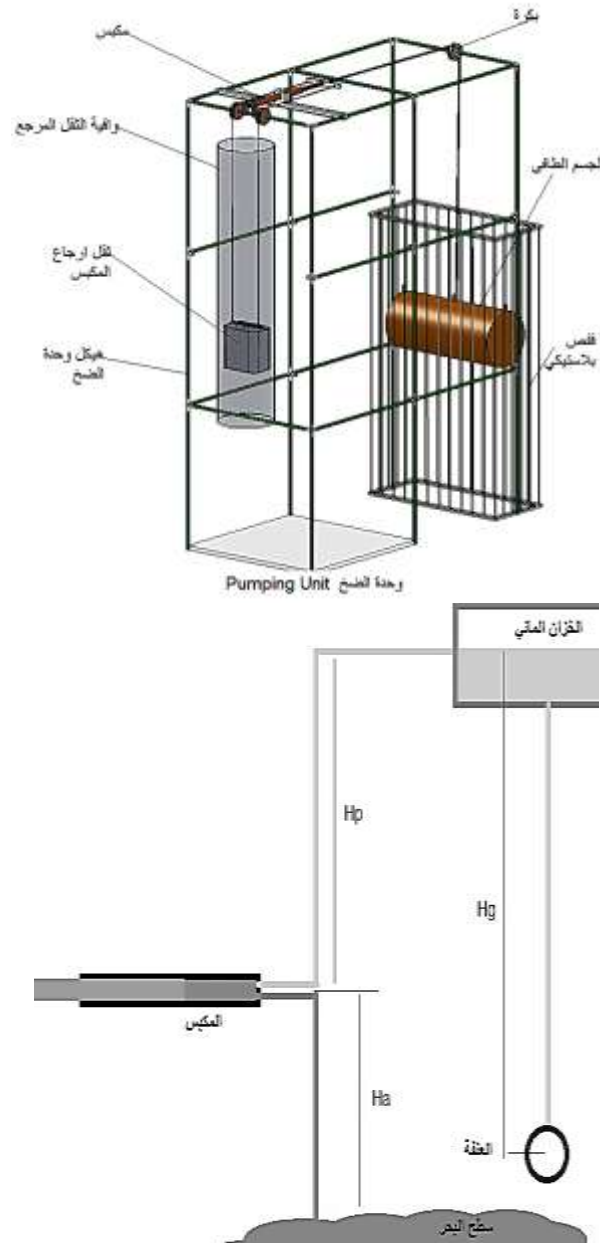
$$P_{\text{wavefront}} = E \cdot C = 2156 \text{ W/m} \quad (3)$$

متوسط زمن الموجة:

$$T = 4.5 \text{ s} \quad \text{من العلاقة } c_g = \frac{g}{4\pi} T \quad (4)$$

2 - النموذج المقترح وطريقة عمله: تقوم عدد من المضخات المكبسية بضخ الماء عبر شبكة أنابيب إلى قناة جر، ومنها إلى خزان الماء، نصلح تسمية (وحدة ضخ) على المضخة المكبسية، والتي هي عبارة عن مكبس موصول مع جسم طافي يتحرك مع الأمواج، ويقوم بتحريك المكبس، الشكل (4).





الشكل (4) مخطط يوضح أجزاء المحطة ووحدة الضخ.

الجسم الطافي أسطوانة مفرغة من الداخل تحوي اوزان، ويتحرك وفق المحور الشاقولي فقط، وبسبب الحركة الموجية لسطح الماء يتحرك الجسم الطافي حركة ترددية ضمن القفص يقوم الجسم الطافي بتحريك المكبس وتقل الإرجاع الموجود خلف المكبس، تتألف دورة عمل حركة الضخ من طورين، طور هبوط الجسم الطافي ويرافقه انحسار الموجة عن القفص، وطور صعود الجسم الطافي ويرافقه موجة في القفص. طور هبوط الجسم الطافي: ينحسر الماء تحت الجسم الطافي فيبدأ الجسم بالهبوط تحت تأثير ثقله، ويقوم بسحب المكبس وتقل الإرجاع معه وبالتالي يمكن أن نقسم وزن الجسم الطافي إلى قوة تحريك المكبس في شوط السحب والقوة اللازمة لرفع ثقل الإرجاع.

$$G_{float} = F_a \quad (4) \quad ck$$

$F_a$ : القوة اللازمة لتحريك المكبس في شوط السحب،  $G_{back}$ : ثقل الإرجاع.

طور صعود الجسم الطافي: مع ارتفاع سطح الماء في القفص يرتفع الجسم الطافي، بسبب حركة الجسم الطافي نحو الأعلى يتحرر الثقل المرجع بالتدرج ويهبط نحو الأسفل ساحباً معه المكبس بالاتجاه المعاكس ويبدأ شوط التفريغ (الضخ في المكبس)، إن وزن ثقل الإرجاع يجب إن يؤمن القوة اللازمة للمكبس في شوط التفريغ (الضخ).

$$G_{bac} \quad (5)$$

$F_p$ : القوة اللازمة لتحريك المكبس في شوط التفريغ (الضخ).

الدراسة الرياضية للمضخة المكبسية:

شوط الامتصاص: الضغط اللازم لتأمين شوط السحب داخل المكبس، الشكل (4) [4]:

$$P_a = \gamma \cdot H_a + \quad (6) \quad i$$

$\sum \Delta P_a$ : مجموع الضياعات الهيدروليكية على طول خط السحب + ضياعات المدخل والمخرج + ضياعات صمام الدخول.

$H_a$ : الارتفاع الجغرافي بين المكبس وسطح البحر.

$$F_a = P_a \times S_p + F_{fr} \quad (7)$$

$$= \frac{\pi}{4} \rho_w \cdot g \cdot D^2 (H_a \text{ [N] } a) + F_{fr}$$

$F_a$ : القوة اللازمة لتحريك المكبس،  $S_p$ : مساحة سطح المكبس،  $H_a$ : ارتفاع خط السحب.

$P_a$ : ضغط التخلخل الذي يجب تطبيقه حتى يبدأ شوط الإمتصاص،  $F_{fr}$ : الاحتكاك بين المكبس والإسطوانة.

$\Delta H_a$ : ارتفاع هبوط الضغط الناتج عن الاحتكاك في الأنابيب والأكواع والمداخل والمخارج وصمام عدم

الرجوع.

شوط التفريغ: الضغط اللازم لضخ الماء في الأنابيب إلى الخزان على ارتفاع  $H_p$ ، الشكل (4):

$$F_p = \frac{\pi}{4} \rho_w \cdot g \cdot D^2 \text{ [N] } \Delta H \quad (8) \quad fr$$

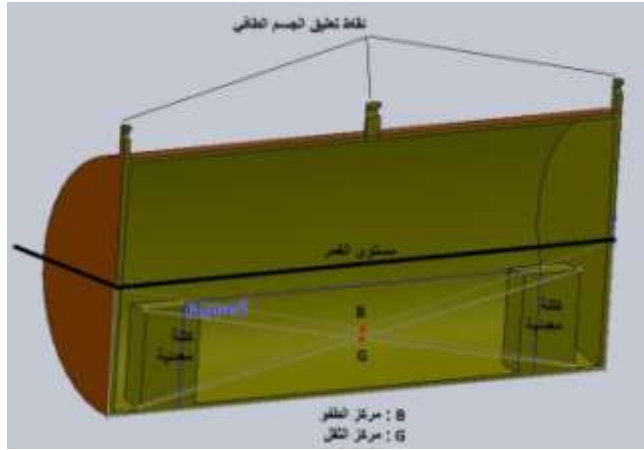
إن إزاحة المكبس كبيرة ولذلك يجب أن نحافظ على قطر صغير للمكبس لإحكام الضغط داخله وتقليل الاحتكاك

ونقوم بتزويد وحدة الضخ بعدة مكابس، المكبس مصنوع من أنابيب PVC سطوحها ملساء والقوى الضاغطة على جوانب حلقات الإحكام داخل المكبس صغيرة، لأن القوى المؤثرة على المكبس محورية، لذلك يمكننا إهمال الاحتكاك في المكبس.

الجسم الطافي: عبارة عن أسطوانة مفرغة من الداخل تحوي على كتلتين مثبتتين بشكل متناظر، حجم الغمر

هو نصف الإسطوانة، مركز ثقل الكتلتين تحت مركز الطفو مما يحقق توازن الجسم الطافي.





الشكل (5) مقطع عمودي في الجسم الطافي.

قطر إسطوانة الجسم الطافي DC، ارتفاع الأسطوانة LC، حجم إسطوانة الجسم الطافي:

$$V = \frac{\pi}{8} D_c^2 L_c \quad [m^3]$$

$$G_{float} = \rho \cdot g \cdot V \quad [N] \quad \rho \cdot g \cdot L \quad (9)$$

ثقل الإرجاع: من أجل مكبس واحد نجد أن قيمة ثقل الإرجاع اللازمة لتحريك المكبس في شوط التفريغ

(الضخ).

$$G_{back} = F_p \quad (10)$$

$$= \frac{\pi}{4} \rho_w \cdot g \cdot D^2 (H_a + \Delta H_a) + F_{fr}$$

من العلاقات (4) و (7) و (10):

$$G_{float} = \frac{\pi}{4} \rho_w \cdot g \cdot D^2 (H_a + \Delta H_a) + F_{fr} + \frac{\pi}{4} \rho_w \cdot g \cdot D^2 (H_p + \Delta H_p) + F_{fr} \quad (11)$$

$$= \frac{\pi}{4} \rho_w \cdot g \cdot D^2 (H_a + \Delta H_a + H_p + \Delta H_p) + 2F_{fr} \quad [N]$$

كعامل أمان نضرب وزن الجسم الطافي الناتج بـ 1.25 ومن أجل وحدة ضخ تحوي مكابس عددها  $n_p$  تكون

علاقات تصميم الجسم الطافي والنقل المرجع بدلالة كثافة الماء وقطر المكبس والارتفاعات:

جدول رقم (3) العلاقات الرياضية اللازمة لتصميم وحدة الضخ.

<b>وزن الجسم الطافي</b>	
$G_{float} = 0.3125\pi \cdot \rho_w \cdot g \cdot D^2 \cdot N_p (H_a + \Delta H_a + H_p + \Delta H_p)$	[N]
<b>حجم الأسطوانة التي نصنع منها الجسم الطافي</b>	
$V_c = 2 \frac{W_{float}}{\rho_w \cdot g} = 0.625\pi \cdot D^2 \cdot N_p (H_a + \Delta H_a + H_p + \Delta H_p)$	[m <sup>3</sup> ]
<b>وزن الثقل المرجع</b>	

$G_{back} = \frac{\pi}{4} \rho_w \cdot g \cdot D^2 \cdot N_p (H_p + \Delta H_p)$	[N]
<b>أبعاد الجسم الطافي</b>	
$V_c = \frac{\pi}{4} D_c^2 L_c$	[m <sup>3</sup> ]
Dc: هو قطر أسطوانة الجسم الطافي والذي يساوي تقريباً عرض القفص 1 m وينقص عنه بخلوص بسيط.	
متوسط زمن الموجة 4.5 sec وهو الزمن الذي يكمل فيه الجسم الطافي حركة كاملة صعود وهبوط، وهو زمن دورة عمل كاملة للمكبس، بالتالي يكون زمن كل شوط للمكبس هو تقريباً T/2 = 2.25 s	
الحجم الذي يضخه المكبس خلال شوط عمل: حيث أن إزاحة المكبس تساوي إزاحة الجسم الطافي والتي تساوي ارتفاع الموجة.	
$V_p = \frac{\pi}{4} D^2 \cdot H$	[m <sup>3</sup> ]
H: ارتفاع الموجة، D: قطر المكبس.	
<b>تدفق الماء خلال الأنابيب في خطي التفريغ والسحب</b>	
$Q_p = \frac{V_p}{2.25} = \frac{\pi}{9} D^2 H$	[m <sup>3</sup> /s]
من هذه العلاقة نحسب التكهف ونختار على أساسها أصغر مقطع لأنابيب النقل	

3 - حساب المحطة خلال يوم عمل واحد:

المحطة تعمل كمحطة مساعدة لمدة n ساعة في اليوم، تتألف المحطة من وحدات ضخ عددها Unp كمية الماء التي تقوم الوحدة بضخها للخران V والخران المائي يقع على ارتفاع Hg من عنفة مائية، كلما زاد عدد وحدات الضخ تزيد كمية المياه التي يتم رفعها للخران وبالتالي تزيد الطاقة المختزنة، الاستطاعة الكهربائية للمحطة P: القيمة المتوسطة لعدد الموجات في يوم واحد والتي تساوي متوسط عدد أشواط عمل المكبس في يوم واحد:

$$N_w = \frac{3600 \times 24}{T} \quad (12)$$

من الجدول (3)، نجد أن كمية الماء التي تضخها وحدة ضخ واحدة في اليوم (m<sup>3</sup>):

$$V = S_p \cdot H \cdot N_w \cdot n_p = \frac{21600 \eta_p}{T} \quad (13)$$

كمية الماء التي يتم ضخها من مجمل وحدات الضخ (m<sup>3</sup>) واستنتاج علاقة الإستطاعة:

$$V_{dam} = V \cdot Unp = \frac{21}{T} [m^3] \quad (14)$$

$$P = \rho \cdot g \cdot H_g \cdot Q_t \cdot \eta_T \quad [5]$$

تدفق الماء والاستطاعة الناتجة على محور العنفة:

$$Q_t = \frac{V_{dam}}{3600 \cdot n} [m^3/s] \quad (15)$$

$$P = \frac{6\pi \cdot D^2 \cdot H \cdot n_p}{\eta_T} [W] \quad (16)$$

الخرزان: أسطواني الشكل وذلك لأن المقاطع الدائرية تتمتع بمحيط أصغري عن المقطع المربع أو المستطيل مما يعطيها كلفة أقل كما أن الإجهادات على السطوح أصغرية [6]، يجب أن يكون عمق الخزان قليل لتجنب تغير استطاعة العنفة مع انخفاض المنسوب:

$$R' = 2\sqrt{\frac{V_{dam}}{\pi}}$$

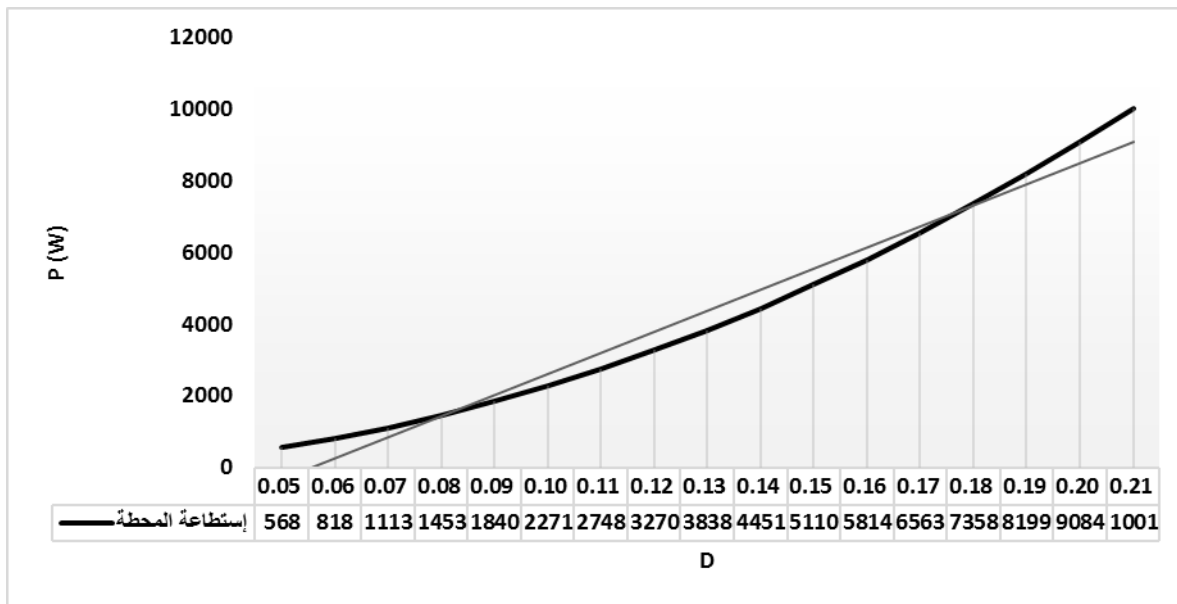
نضرب القيمة بـ 1.25 كعامل أمان لزيادة حجم التخزين:

$$R = (17) \frac{\sqrt{V_{dam}}}{\pi} \quad [m]$$

النتائج والمناقشة:

1 - تغير الإستطاعة بتغير قطر المكبس:

نلاحظ من المعادلة (16) ان قطر المكبس مرفوع للقوة 2 وهذا يعني أن تغيير طفيف في قيمة القطر تؤدي إلى تغييرات أكبر في الإستطاعة، يبين الشكل (6) تغير الإستطاعة بتغير قطر المكبس.



الشكل (6) تغير الإستطاعة بتغير قطر المكبس.

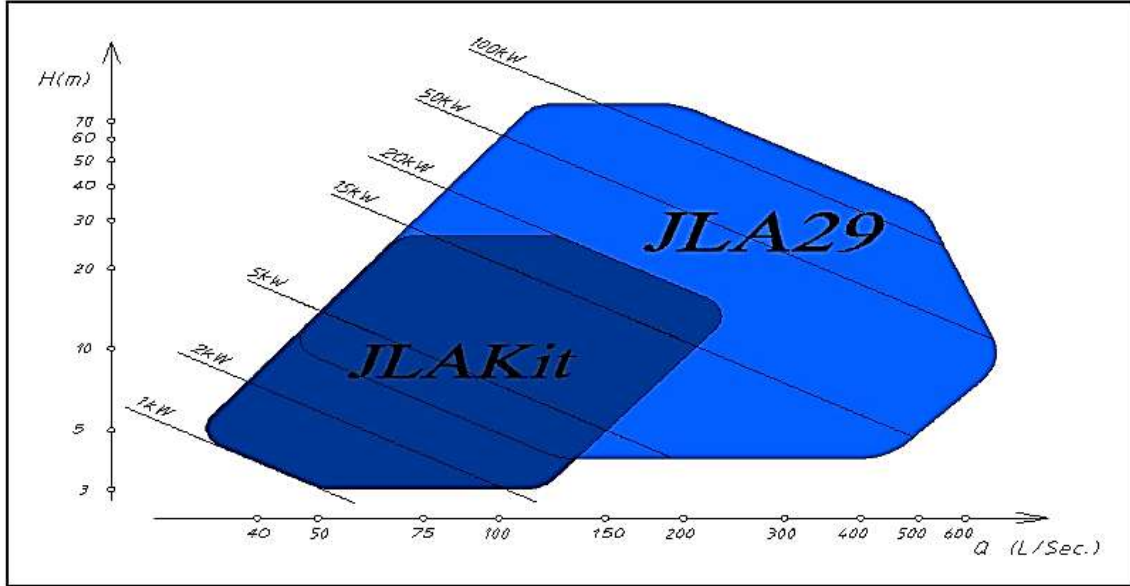
بزيادة قطر المكبس بمقدار 4 أضعاف زادت الإستطاعة بحدود 18 ضعفاً، هذا يعني أنه يجب زيادة قطر المكبس لأكثر قدر ممكن (يتحكم بذلك قدرة الأنابيب التي تم تصميمه منها على تحمل الضغط والإحكام).

2- تغير الإستطاعة بتغير عدد وحدات الضخ:

الإرتفاع الجغرافي للخرزان بمقدار  $H_g = 20m$ ، ارتفاع هيكل المضخة  $H_a = 3$ ،  $H_p = 20$ ، ارتفاع الموجة  $H = 0.7 m$ ، زمن الموجة  $T = 4.5 sec$ ، ارتفاع الموجة + تصحيح المد والجزر  $1.5 m$  اخترنا عنفة مائية من نوع Crossflow turbine، من قوائم مصنعي العنفات أختارنا شركة JLA & Co [7]، من قوائم منتجاتها أختارنا عنفة JLA kit (7) ومواصفات هذه العنفة:

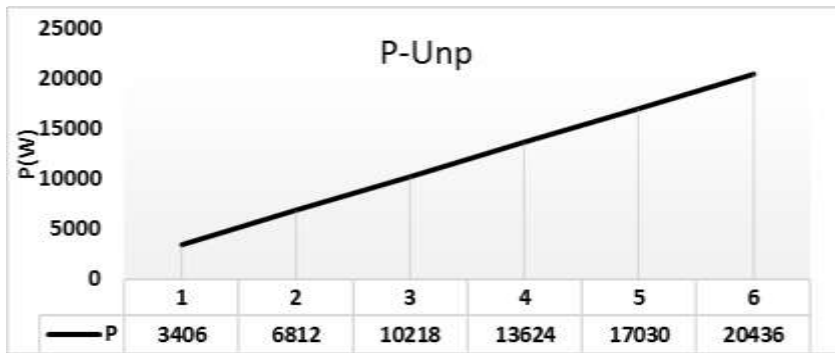
إرتفاع المسقط المائي من 3 وحتى 25m، الإستطاعة 0.5 وحتى 20 kW، مردود العنفة 0.8.

-التدفق من 0.02 وحتى  $0.22 \text{ m}^3/\text{sec}$ ، وتعمل العنفة بمردود مرتفع حتى  $1/6$  من التدفق الاسمي.  
 هن مخطط العنفة JLA Kit ومن أجل استطاعة 20 kW، التدفق اللازم للتشغيل  $0.15 \text{ m}^3/\text{sec}$



الشكل (7) مخطط تشغيل العنفة.

اختبار الإستطاعة في العلاقة (16) مع تغيير قيمة عدد وحدات الضخ وتثبيت عدد المكابس (  $N_p = 5$  ) في وحدة الضخ، قطر مكبس 3 inch، عدد ساعات العمل 4.



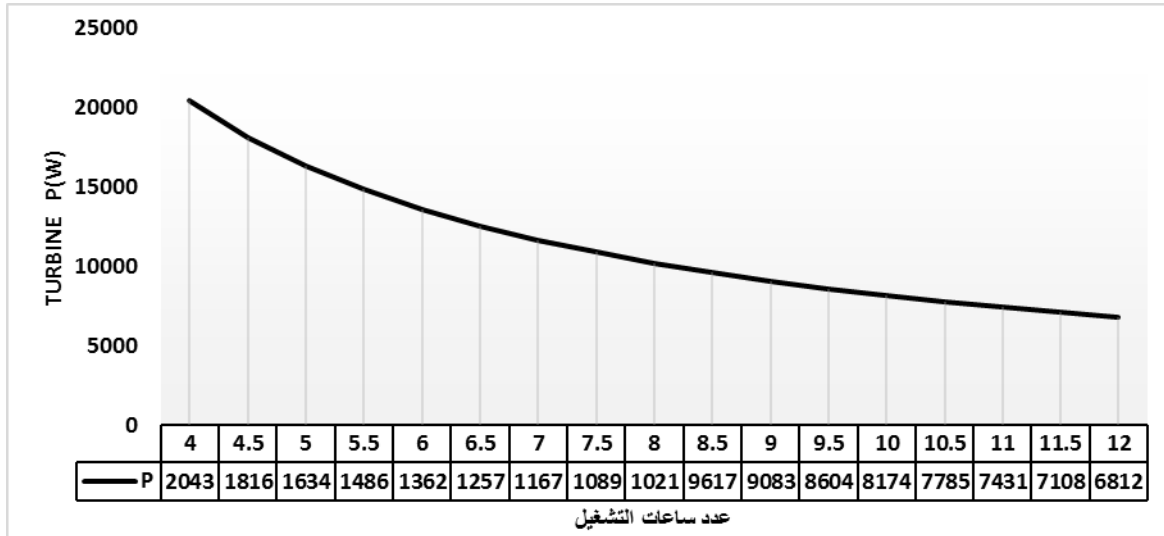
الشكل (8) العلاقة بين عدد وحدات الضخ والاستطاعة.

من الشكل (8) والعلاقات (15) و (16) البارامترات اللازمة لبناء المحطة باستطاعة تشغيل أسمية للعنفة 20

:kW

أصغر حجم للخزان	عدد ساعات التشغيل	مردود العنفة	Hg	عدد وحدات الضخ	عدد المكابس في وحدة الضخ	إزاحة المكبس	قطر المكبس	استطاعة العنفة
2000 $\text{m}^3$	4	0.8	20 m	6	5	0.7 m	0.076 m	20 kW

3- تغيير الإستطاعة بتغيير عدد ساعات التشغيل:



الشكل (9) تغير الإستطاعة بتغيير عدد ساعات التشغيل.

نلاحظ أن الإستطاعة تنخفض إلى 6.8 kW مع 12 ساعة تشغيل.

4- كفاءة تحويل الطاقة في النموذج المقترح:

حجم الخزان: الخزان أسطواني يستند على الأرض قطره

$$R = 2.5 \sqrt{\frac{V_{dam}}{\pi}} = 65m$$

فتكون مساحة قاعدة الخزان  $3317 m^2$  وارتفاعه 1m، حجمه  $3317m^3$ .

بحسب العلاقات في الجدول (3):

$$Q_p = \frac{V_p}{2.25} = \frac{\pi}{9} D^2 H = 0.0014m^3 / s$$

حساب التدفق مع تعديل هبوط الضغط:

$$H_a + \Delta H_a = 5m$$

$$H_p + \Delta H_p = 20 + 2 = 22m$$

حساب ثقل الإرجاع ووزن الجسم الطافي:

$$G_{back} = \frac{\pi}{4} \rho_w \cdot g \cdot D^2 \cdot N_p (H_p + \Delta H_p) = 5020N$$

$$= 520kg$$

$$W_{float} = 0.3125\pi \cdot \rho_w \cdot g \cdot D^2 \cdot N_p (H_a + \Delta H_a + H_p + \Delta H_p) = 7700N$$

$$= 800kg$$

حجم فراغ أسطوانة وحدة الضخ:

$$V_c = 2 \frac{W_{float}}{\rho_w \cdot g} = 0.625\pi \cdot D^2 \cdot N_p (H_a + \Delta H_a + H_p + \Delta H_p) = 1.54m^3$$

أبعاد وحدة الضخ يتم حسابها من الجدول (3).

طول وحدة الضخ	ارتفاع وحدة الضخ	عرض وحدة الضخ	قطر الجسم الطافي Dc	طول أسطوانة الجسم الطافي Lc
3m	4 m	أكبر بقليل من 2m بحسب ما يفرضه مكان تركيب النموذج	1m	2m
قطر المكبس	مقدار إزاحة المكبس العظمى	مساحة المسقط الأفقي للجسم الطافي	وزن كل كتلة داخل الجسم الطافي	وزن الثقل المرجع
0.076 m	1.5 m	بحدود 2 m <sup>2</sup>	400 kg	520kg

حساب كفاءة الطاقة في التصميم: مساحة لواقط الطاقة (المسقط الأفقي للجسم الطافي)  $2 \times 6 = 12 \text{ m}^2$  متوسط كمية الطاقة المتدفقة خلال هذه المساحة لمدة 24 ساعة:

$$616 \times 12 \times 3600 \times 24 = 638668800 \text{ J / day}$$

كمية الطاقة المتدفقة على محور العنفة لمدة 4 ساعة.

$$20000 \times 4 \times 3600 = 288000000 \text{ J}$$

مرود النموذج ونسبة الطاقة التي تم تحويلها:

$$\eta_{Plant} = 288000000/638668800 = 0.45$$

### الاستنتاجات والتوصيات:

من النتائج التي تم التوصل إليها في هذا البحث يمكن الإشارة إلى النقاط التالية:

1- الكثافة المرتفعة لطاقة الأمواج البحرية في واحدة المساحة تجعل من الضروري المتابعة في دراسة هذه

الطاقة وتطوير نماذج للإستفادة منها.

2- إن كفاءة تحويل الطاقة في النموذج المقترح جيدة، وهي قيمة تشجع على المتابعة في تطويره.

3- تنفيذ نموذج مصغر كمحطة بحثية على أرض الواقع نستطيع من خلالها الحصول على قياسات حقيقية

وحقيقية للمدخلات والاستطاعة الناتجة.

4- من مساوئ النموذج المقترح أنه يحتاج لمساحات واسعة وخصوصاً، ومن الضروري تطوير المكبس في

وحدات الضخ للوصول إلى ارتفاع تخزين أعلى يخفف من المساحة المطلوبة للتخزين.

5- يمكن تشغيل المحطة لفترة أطول من القيمة الإسمية ولكن باستطاعة أقل، وهذا يعطي مرونة للنموذج.

## المراجع:

- [1].The Weather Channel, *LLC History Airport OSLK Lattakia*, 20 Apr, 2015. "http://www.wunderground.com/history/airport/OSLK/2015/05/24/DailyHistory.html?req\_city=Lattakia&req\_statename=Syria&reqdb.zip=00000&reqdb.magic=1&reqdb.wmo=40022"
- [2].IBRAHIM, B. *sea wave energy and its variations north of Lattakia*, Journal of National Jerash University Jordan. Vol. 21, N<sup>o</sup>. 1, 2012, 157-171.
- [3]. Bahjat Ibrahim, Salman Mahmoud, Badr Alaraj, *Seasonal Sea Wave Energy at al-Manara station in Tartous*, Energy Procedia Vol. 19, 2012, 104 – 108
- [4]. حسن علي. ميكانيك الموائع. منشورات جامعة تشرين 2006، 650.
- [5].Yulianus Pasalli, Adelhard Rehiara.*Design Planning of Micro-hydro Power Plant in Hink River*, Procedia Environmental Sciences, Vol. 20, 2014, 55–63.
- [6].محمد سليمان تادفي، *خزانات المياه العالية والأرضية*، الطبعة الثانية منشورات جامعة حلب 1992، 286.
- [7]. JLA Cross-Flow Turbines, *JLA kit*, 22 Apr, 2015. "http://www.jlahydro.be/en/download-documents"