

## دراسة كفاءة المضخة الهيدروليكية ram من خلال تدوير المياه المهدورة

حسن علي\*

حسن وسوف\*\*

احمد علي يونس\*\*\*

(تاريخ الإيداع ٩ / ٧ / ٢٠١٩ . قبل للنشر ٥ / ١١ / ٢٠١٩)

### الملخص

تستخدم المضخات لنقل الموائع من مكان إلى آخر، ولها عدة أنواع تبعاً لطريقة عملها ومنها المضخات الهيدروليكية.

ومن أهم أنواع هذه المضخات هي المضخة الهيدروليكية ram، حيث تعمل هذه المضخة بالطاقة المائية فقط، وتعتمد في عملها على ظاهرة المطرقة المائية أو الصدمة الهيدروليكية، ومبدأ عملها يعتمد على إدخال الماء بمعدل تدفق عالٍ وضغط قليل، والضخ يكون بمعدل تدفق قليل وضغط عالٍ وذلك بتدخل من نظام هيدروليكي. حيث أجريت هذه الدراسة بهدف البحث في كيفية الاستفادة من طاقة المياه المتجددة لنهر جارٍ وضخها إلى البساتين الموجودة على أطراف هذا النهر باستخدام النموذج الجديد للمضخة الهيدروليكية ram، حيث تكون هذه البساتين على ارتفاع عالٍ مقارنة بمجرى الماء. **كلمات مفتاحية:** مضخة هيدروليكية، مياه مهدورة، طاقة مائية.

\*أستاذ مساعد في قسم المكننة الزراعية - كلية الهندسة التقنية - جامعة طرطوس - سوريا.

\*\*أستاذ مساعد في قسم المكننة الزراعية - كلية الهندسة التقنية - جامعة طرطوس - سوريا.

\*\*\*طالب دراسات عليا - ماجستير هندسة الطاقة الشمسية والطاقات المتجددة - قسم المعدات والآليات - كلية الهندسة التقنية - جامعة طرطوس - سوريا.

## Study of the efficiency of the hydraulic ram pump by recycling waste/squandered water

Hasan Ali\*  
Hasan Wassof\*\*  
Ahmad Younes\*\*\*

(Received 9 / 7 / 2019 . Accepted 5 / 11 / 2019 )

### Abstract

Pumps are used to transport fluids from one place to another and they have several types depending on the way they work.

One of the most important types of these pumps is the hydraulic pump ram, which operates only by water energy , and its working mechanism depends on the water hammer phenomenon or the hydraulic shock. Its operating principle depends on the addition of water at a high flow rate and low pressure, and pumping it at a low flow rate and high pressure by the intervention of a hydraulic system.

This study was carried out to investigate how to utilize the Renewable water energy of a running river and pump it to the orchards located on the two sides of this river by using the new model of hydraulic pump ram, where these orchards are at a high altitude compared to the river waterway.

**Keywords:** Hydraulic pump, Waste water, Water power.

---

\*Assistant Professor Department of Agricultural Mechanization, Faculty of Technical Engineering, Tartous University, Syria.

\*\*Assistant Professor Department of Agricultural Mechanization, Faculty of Technical Engineering, Tartous University, Syria.

\*\*\*Postgraduate Student, Master of Engineering Solar Energy and Renewable Energies, Department of Machines And Equipments, Faculty of Technical Engineering, Tartous University, Syria

## المقدمة:

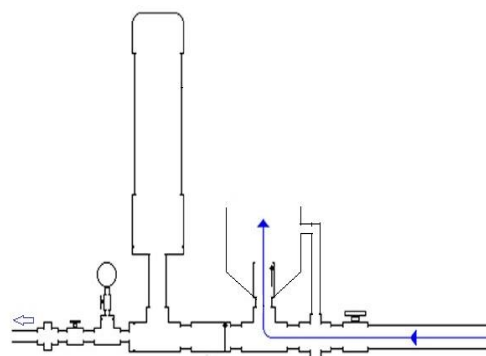
تعد المضخة رام (Ram Pump) واحدة من أهم أنواع المضخات الهيدروليكية التي تعتمد في عملها على ظاهرة المطرقة المائية أو الصدمة الهيدروليكية، حيث كانت هذه المضخة موضوع دراسة مكثفة من قبل الباحثين [1],[2],[3]، إن براءة اختراع المضخات الهيدروليكية بشكل رسمي تعود الى عام ١٧٧٢ لـ جون وايتهايست، وقد تطور نمط هذه المضخات عبر التاريخ تبعاً لازدياد الحاجة اليها، وهذا ما أشار إليه الباحث [4].

والصدمة الهيدروليكية عبارة عن تغير في سرعة الماء نتيجة إغلاق مفاجئ لمجرى جريانه، فتتحول الطاقة الحركية في الماء سريعاً إلى ضغط كبير ومفاجئ، حيث إن الصدمة الهيدروليكية كانت محور دراسة مهمة بالنسبة إلى الباحثين [5],[6].

وقد أظهرت الدراسات [7],[8],[9] مبدأ عمل المضخة الهيدروليكية ram، بدايةً يندفع الماء في أنبوب الدخول، وبسبب قوة جريانه يخرج من صمام الهدر waste valve، ولكن زيادة تدفق الماء تعمل على إغلاق صمام الهدر waste valve، فينحصر الماء، وقوة المطرقة المائية للماء داخله تعمل على دفع الصمام الخاص بحجرة الهواء Air Chamber أو خزان الضغط وهو صمام الدفع air valve، فيفتح ويتدفق الماء إليه ويرتفع ضغط الهواء بالخزان، مما يؤدي إلى اندفاع الماء للخارج عبر أنبوب الإخراج، وعندما يتدفق الماء إلى خزان الضغط يقل الضغط في جسم المضخة، وتبعاً لذلك يفتح صمام الهدر waste valve ويغلق الصمام عند خزان الضغط، لكن الماء الذي دخل إلى الخزان لا يخرج لأن الصمام هناك أحادي الاتجاه لا يسمح له بالرجوع، وعندها تتكرر الدورة مرة أخرى، حيث يظهر الشكل (١-١) مخططاً توضيحياً للمضخة الهيدروليكية ram، ويوضح الشكل (١-٢) نموذجاً مطبقاً عملياً للمضخة.



الشكل (١-٢): نموذج مطبق عملياً للمضخة ram



الشكل (١-١): مخطط توضيحي للمضخة الهيدروليكية ram

## مشكلة البحث وأهميته:

هناك كثير من الأراضي الزراعية النائية غير المدعمة بالتمديدات الكهربائية، ويواجه أصحاب هذه الأراضي صعوبات كثيرة في إيصال المياه إلى أراضيهم (أطراف قرية "المشيرة" في منطقة "الصفصافة")، ولكن بنفس الوقت يتوفر وسط هذه الأراضي مصدر مائي جارٍ، حيث أنه في خطة بحثنا سوف يتم الاستفادة من طاقة المياه الجارية وضخها إلى البساتين الموجودة على أطراف هذا النهر بواسطة المضخة الهيدروليكية ram (Hydraulic Ram).

(Pump)، حيث تكون هذه البساتين على ارتفاع عالٍ مقارنةً بمجرى الماء، ويوضح الشكل (١-٢) مشكلة بحثنا وأهميته.



الشكل (١-٢): مشكلة البحث وأهميته

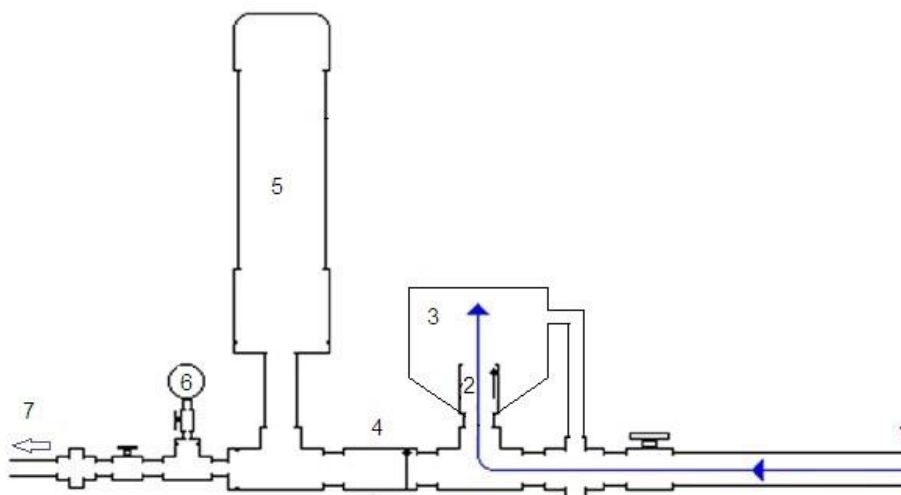
#### هدف البحث:

العمل على الاستفادة من طاقة جريان مياه النهر في تغذية البساتين باستخدام المضخة الهيدروليكية ram (Hydraulic Ram Pump).

التقليل قدر الإمكان من معدل استهلاك الوقود والانبعاثات الضارة بالبيئة جراء استخدام محركات الديزل أو البنزين، حيث إن المضخة ram لا تحتاج إلى الكهرباء أو أي مصدر للطاقة لتعمل، أي أنه باختصار يمكننا أن نقول إن المضخة ram هي صديقة للبيئة بكل ما للكلمة من معنى.

#### الأجزاء الرئيسية للمضخة ram المنفذة:

يظهر الشكل (١-٤) مكونات المضخة المنفذة، حيث تم تجهيزها من مواد وقطع غيار متوافرة في السوق المحلية، ماعدا حجرة الهواء فجرى تصميمها من مادة البولي ايتيلين.



الشكل (٤-١): مكونات المضخة المنفذة

١. أنبوب التغذية من منبع الماء الجاري Drive pipe.
٢. صمام الهدر waste valve، وهو صمام عدم رجوع رداد، يركب بعكس اتجاه دخول الماء إلى انبوب التغذية.
٣. خزان تجميع المياه المهذورة من صمام الهدر waste valve.
٤. صمام الدفع air valve، وهو صمام عدم رجوع نابضي، يتم تركيبه بشكل معاكس لصمام الهدر waste valve.
٥. حجرة الهواء Air Chamber.
٦. ساعة ضغط.
٧. انبوب تصريف المياه إلى مكان التخزين Delivery pipe.

### طرائق البحث ومواده:

- استُخدم انبوب دخول بطول  $L_{in} = 8\text{m}$  وقطر  $D_{in} = 0.0318\text{m}$ ، وبالتالي كانت قيمة التدفق:  $Q_{in} = 36\text{ L/min}$
- استُخدم انبوب تصريف بطول  $L_{out} = 25\text{m}$  وقطر  $D_{out} = 0.0191\text{m}$ .
- وُضِعَ تيوب داخل حجرة الهواء، ولتأمين كمية الهواء المناسبة للحجرة استُخدم منفخ هواء يدوي، حيث إن مهمة التيوب هي منع امتزاج الماء مع الهواء ضمن الحجرة.
- لضمان تثبيت أنابيب التغذية والتصريف مع جسم المضخة استُخدمت حلقات إحكام.
- لتركيب القطع المعدنية مع بعضها استُخدمت مادة مانعة للتسرب (تفلون).

- جرى قياس التدفقات على ارتفاعات مختلفة بالاعتماد على عبوة سعتها 1 liter وقطرها 8 cm، وقراءة الضغوط الموافقة باستخدام ساعة ضغط، كما تم الاستعانة بساعة رقمية.
- جعلنا جسم المضخة منخفضاً بمقدار 0.5 m عن مدخل الماء في انبوب التغذية، وذلك بهدف الاستفادة من الطاقة الحركية للماء وطاقة الجاذبية معاً، كما هو موضح في الشكل (١-٥).



الشكل (١-٥)

- وُضِعَ خزان فوق صمام الهدر بارتفاع  $H=12\text{cm}$  لتجميع المياه المهذورة.

## النتائج والمناقشة:

١- تغيرات التدفق والضغط نسبة إلى الارتفاع:

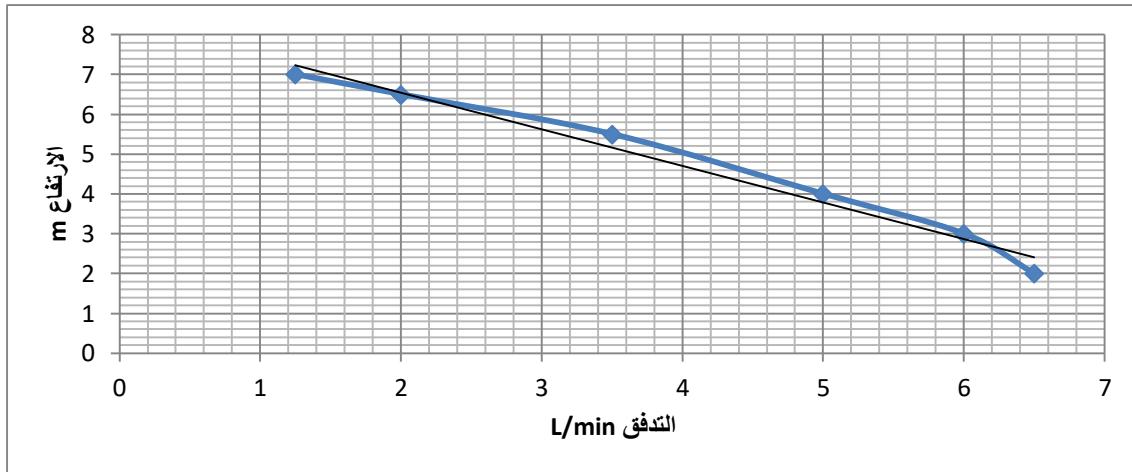
يوضح الجدول (١) تغيرات قيم التدفقات وفقاً لارتفاعات مختلفة والضغط الموافقة لها:

الارتفاع m	التدفق $Q_{out}$ L/min	السرعة $V_{out}$ m/s	الضغط P bar	الكفاءة $\eta$ %
٢	6.5	0.37	٠,٣٠	86
٣	٦	0.34	٠,٤٧	48
٤	٥	0.29	٠,٦١	29
٥,٥	3.5	0.20	٠,٧٦	14
6,5	٢	0.11	٠,٨١	٧
٧	1.25	0.07	٠,٩٠	٤

الجدول (١): تغيرات قيم التدفقات وفقاً لارتفاعات مختلفة والضغط الموافقة لها

حيث نلاحظ من الجدول (١) أن أقصى ارتفاع تكون فيه المضخة ذات فاعلية هو  $m [7]$ .

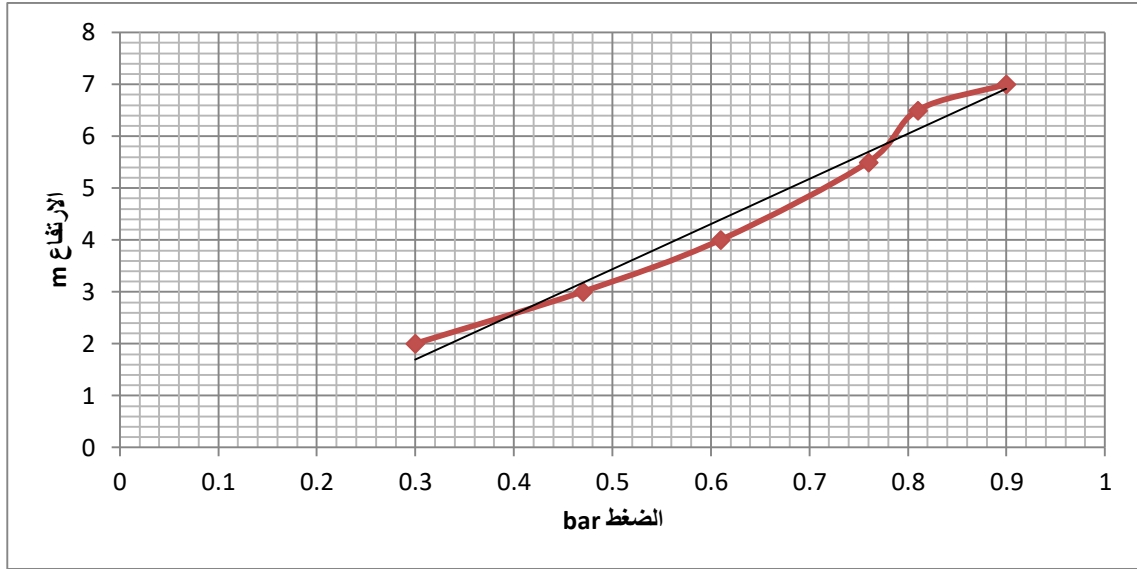
ويوضح المخطط (١-٦) تغيرات التدفق نسبة إلى الارتفاع:



المخطط (١-٦): تغيرات التدفق نسبة إلى الارتفاع

يظهر المنحني المبين سابقاً تناقص التدفق كلما ازداد لدينا الارتفاع.

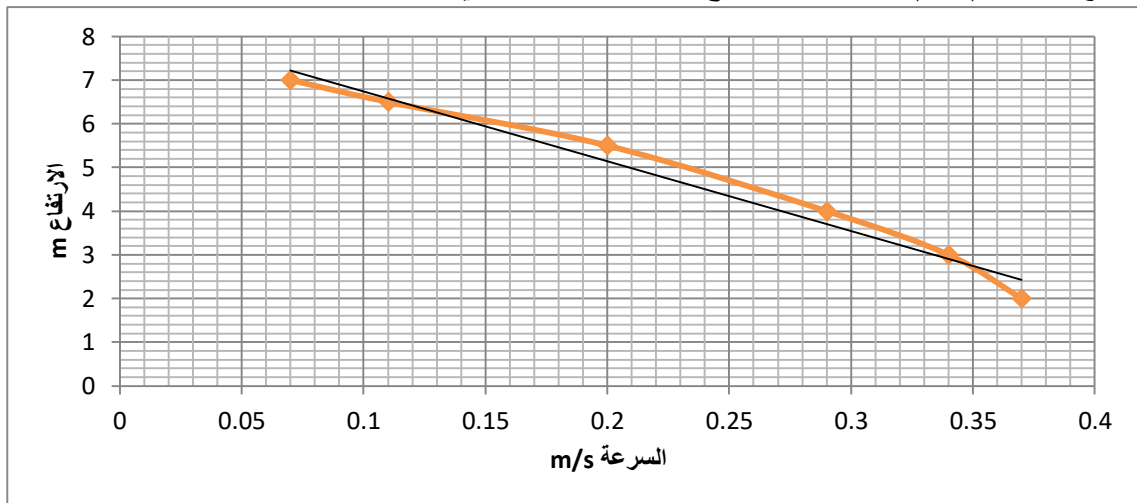
يوضح المخطط (٢-٦) تغيرات الضغط نسبة إلى الارتفاع:



المخطط (٦-٢): تغيرات الضغط نسبة إلى الارتفاع

يبين هذا المنحني أن الضغط يتزايد مع ازدياد الارتفاع، حيث أنه تم قراءة هذه القيم بالاعتماد على ساعة ضغط تم تركيبها عند مخرج المضخة .

يوضح المخطط (٦-٣) تغيرات سرعة خروج المياه من انبوب التصريف Delivery pipe:



المخطط (٦-٣): تغيرات سرعة خروج المياه من انبوب التصريف

يظهر هذا المخطط تناقص السرعة مع ازدياد الارتفاع.

نتيجة ١:

من خلال النموذج الجديد للمضخة الهيدروليكية ram نكون قد حصلنا على "٥٤" دورة عمل لفتح

صمام الهدر وإغلاقه في الدقيقة الواحدة، حيث إن زمن الدورة الواحدة هو  $T=1,1 \text{ Sec}$ .

نتيجة ٢:

كلما ازداد ارتفاع الخزان فوق صمام الهدر حصلنا على أداء أفضل للمضخة الهيدروليكية ram،

حيث إننا بهذه العملية نكون قد قمنا بتأمين ضغط عالٍ فوق الصمام، وهذا الأمر أدى إلى نقصان زمن

فتحه وإغلاقه، وبالتالي زيادة عدد دورات عمله في الدقيقة الواحدة



## المشاكل التشغيلية:

- 1- في حال عدم فعالية المضخة في تقديم ما يكفي من المياه قد يرجع ذلك إلى :
  - 1- عدم كفاية تدفق المياه في انبوب التغذية.
  - 2- التسوية غير السليمة لصمام الهدر waste valve .
  - 3- كمية الهواء قليلة جداً في حجرة الهواء Air Chamber.
  - 4- محاولة رفع المياه إلى حد أعلى من المستوى الذي تقدر عليه المضخة.
  - 5- تجمد المياه في فصل الشتاء .
  - 6- تسرب الهواء من وعاء الضغط مما يؤدي إلى الإجهاد الزائد على أجزاء من المضخة ram، وهذه الإخفاقات تتطلب لحام أو أساليب إصلاح أخرى، وربما استبدال قطع الغيار .
  - 7- انسداد الصمامات بسبب الأوساخ.
  - 8- التثبيت غير الصحيح للصمامات والأنابيب.
  - 9- اختيار خاطئ لقطر الأنابيب.
  - 10- اختيار القطع من مواد غير ملائمة.

## الاستنتاجات والتوصيات:

- 1- صناعة حجرة الهواء من المعدن وإضافة طبقة سميكة من ملاط (جوانات) الإحكام وذلك لإحكام كتامة حجرة الهواء وضمان عدم تسرب الضغط.
- 2- تقليل المدة الزمنية لدورة فتح صمام الهدر وإغلاقه، إما عن طريق استخدام صمام مزود ببرغي عيار، وإما عن طريق تثبيت نقطة لحام خلف رداد الصمام لتقليل زاوية الفتح.
- 3- استخدام فوهة متقاربة الشكل لزيادة سرعة الماء الداخل إلى المضخة .
- 4- التدرج في قياسات انبوب الدخول، مثلاً استخدام أنبوب بقطر " 3" ووصله بأنبوب " 2" ووصل الأخير بأنبوب الدخول " 1/4" .
- 5- عند بداية عمل المضخة يجب أن يتم إجبار صمام الهدر على أن يبقى مفتوحاً حتى ينتظم خروج الماء خلاله مع إغلاق صمام السكر لضمان وصول الماء الى كافة أجزاء المضخة .
- 6- عند انتظام خروج الماء من صمام الهدر يفضل انتظار من (5 ~ 3) دقائق، أو حدوث من (10 ~ 20) عملية فتح وإغلاق لصمام الهدر لضمان انضغاط الهواء ضمن الحجرة، ثم فتح صمام سكر المخرج بهدوء، لضمان عدم حدوث تسرب فجائي في ضغط حجرة الهواء .
- 7- استخدام مصفاة شبك عند فوهة أنبوب الدخول لضمان عدم دخول أوراق أو أية أجزاء غريبة إلى المضخة تسبب انسداد الصمامات.
- 8- اختيار الأنابيب ذات نوعية ممتازة بنعومة سطحها الداخلي لتقليل ضياعات الاحتكاك ما أمكن.
- 9- يجب تأمين كمية الهواء المناسبة لحجرة الضغط عن طريق نفخ الهواء ضمن التيوب بواسطة منفخ هواء يدوي، وتم التوصيل إلى أن حجم التيوب الذي تكون عنده المضخة ذات فاعلية يتراوح ما بين  $[0.0176 \sim 0.00704] \text{ m}^3$  .

## المراجع

- [1] Michael W. "Home-made Hydraulic Ram Pump", *Leonardo Electronic Journal of Practices and Technologies*, (2003).
- [2] Green C. "The Vulcan Hydraulic Ram Pump", *International Journal of Engineering And Computer Science*, (2004).
- [3] Bansal R K (2005), "Fluid Mechanics and Hydraulic Machines", Laxmi Publication Pvt. Ltd.
- [4] Shuaibu M. "Design and Construction of a Hydraulic Ram Pump", *Leonardo Electronic Journal of Practices and Technologies*, (2007).
- [5] Seth J. " How to build a Hydraulic Ram Pump LandToHouse", *International Journal of Engineering And Computer Science*, (2013).
- [6] Matthias I, Suchard S, Johannes F J M, Johannes M and Wolfram S 2015 Hydraulic Ram Pumps for Irrigation in Northern Thailand Agriculture and Agricultural Science Procedia.
- [7] Rohan D B, Swapnil P R, Pradeep S B and Manoday R R. "Designing of Hydraulic RamPump", *International Journal of Engineering And Computer Science*, (2015).
- [8] Inthachot, M., Saehaeng, S., Max, J. F. J., Müller, J., Spreer, W. "Hydraulic ram pumps for irrigation in Northern Thailand", *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, (2015).
- [9] Michael W. " Evaluation of Field Feasibility and Efficiency of Hydraulic Ram Pump", *International Journal of Engineering And Computer Science*, (2016).