



## تقييم أداء منظومة ضخ تعمل بمضخة طاردة مركزية نوع (rovatti) ومحرك ديزل نوع (DEUTZ AG)

خالد سعد العبيدي <sup>1</sup>\* نصير سلمان كاظم <sup>2</sup>

<sup>1</sup> رئاسة الجامعة، جامعة بغداد.

<sup>2</sup> كلية علوم الهندسة الزراعية، جامعة بغداد.

\*المراسلة الى: خالد سعد العبيدي، رئاسة الجامعة، جامعة بغداد، العراق.

البريد الإلكتروني: [khalid.saad@uobaghdad.edu.iq](mailto:khalid.saad@uobaghdad.edu.iq)

### Article info

**Received:** 2023-06-22  
**Accepted:** 2023-08-06  
**Published:** 2024-12-31

**DOI-Crossref:**  
10.32649/ajas.2024.185357

**Cite as:**  
Al-Obaidi, K. S., and Kadhem, N. S. (2024). Evaluation of centrifugal pump work on diesel –type rovatti. Anbar Journal of Agricultural Sciences, 22(2): 824-833.

©Authors, 2024, College of Agriculture, University of Anbar. This is an open-access article under the CC BY 4.0 license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



### الخلاصة

يهدف البحث لدراسة مؤشرات الأداء لطاغم ضخ يتكون من مضخة طاردة مركزية نوع (rovatti) "6×5 مع محرك ديزل نوع (DEUTZ) في الاجواء العراقية الحارة، نفذت التجربة في احواض ترسيب الماء الخام في جامعة بغداد عام 2023 لدراسة تأثير زيادة السرعة وضغط الدفع للمضخة وتأثيره في التصريف والقدرة الحصانية المائية للمضخة واستهلاك الوقود ودرجة حرارة العادم لمحرك الديزل. حيث تم استعمال ثلاثة مستويات من ضغط الدفع 2.5 و3 و3.5 بار. وسرعتين 1500 و1700 دورة/ دقيقة. طبقت تجربة عاملية باستعمال تصميم القطاعات العشوائية الكاملة وبثلاثة مكررات. وكانت نتائج الدراسة كما يلي: زيادة سرعة المضخة يؤدي إلى زيادة في التصريف والقدرة الحصانية المائية واستهلاك الوقود ودرجة حرارة العادم اما زيادة ضغط الدفع يؤدي إلى انخفاض تصريف المضخة والقدرة الحصانية المائية واستهلاك الوقود ودرجة حرارة العادم.

كلمات مفتاحية: مضخة rovatti، محرك DEUTZ AG، (WHP)، حرارة العادم.

## EVALUATION OF CENTRIFUGAL PUMP WORK ON DIESEL – TYPE ROVATTI

K. S. Al-Obaidi <sup>1\*</sup> 

N. S. Kadhem <sup>2</sup> 

<sup>1</sup> Presidency of University of Baghdad.

<sup>2</sup> College of Agricultural Engineering Sciences - University of Baghdad.

\*Correspondence to: K. S. Al-Obaidi, Presidency of University of Baghdad, Iraq.

Email: [khalid.saad@uobaghdad.edu.iq](mailto:khalid.saad@uobaghdad.edu.iq)

### Abstract

The aim of this research is to study the performance of centrifugal pump kind ruvatti (5×6)" using the diesel engine (DEUTZ), in hot weather conditions located in Iraq. The experiment was conducted at the University of Baghdad, Iraq by using sedimentation tanks during 2023. The characteristics of centrifugal pump were increased pump speed that influenced on the discharge, the time of waterpower, fuel consumption, and exhausted temperature. Three deliveries of delivery head levels were used, which included 2.5, 3., and 3.5 bar besides two speeds which were 1500 and 1700 rpm. The results illustrated that the increased pump speed led to increasing discharge, the time of waterpower, fuel consumption, and exhausted temperature. While the increase in the delivery delivery head led to a decline in discharge, the time of waterpower, fuel consumption, and exhausted temperature. In order to extend the engine life the researchers recommended running the pump in the early morning or late afternoon. The reason behind that related to the cooling system of the engine is air cooling not water cooling.

**Keywords:** Pump type ruvatti, Diesel engine type (DEUTZ AG), (WHP), Exhaust temperature.

### المقدمة

تعد المضخات من المعدات الأساسية في الاستخدامات الزراعية والصناعية والمدنية، وهي عبارة عن معدات ميكانيكية وظيفتها رفع السوائل من مستوى منخفض إلى مستوى مرتفع. وتعد المضخات الأروائية من المعدات الضرورية والمهمة جداً والتي تستخدم في ري الاراضي الزراعية ومن الامور المهمة دراسة مواصفاتها ليسهل اختيار المضخة الملائمة لأداء معين فضلا عن إمكانية تشغيلها بسرعة وضغوطات مختلفة وتأثير ذلك على أدائها في اجواء العراق الحارة وخاصة ان المحرك الديزل المستخدم في التجربة ذو مواصفة تبريد هوائي وليس تبريد مائي. بين (12) إن مبدأ عمل المضخات الطاردة المركزية هو عكس عمل التوربين، إذ ان التوربين يحول لطاقة الهيدروليكية إلى طاقة ميكانيكية. بينما المضخة تحول الطاقة الميكانيكية إلى طاقة هيدروليكية. وحدد مميزاتها حيث إنها بسيطة الصنع، اقتصادية في التكاليف، تعطي تصريفًا ثابتًا ومستمرًا وسهلة الاشتغال. أما عيوبها محدودية ارتفاع أنبوب السحب وضرورة ملء أنبوب السحب وحفاظة المضخة بالماء قبل تشغيلها والضغوط هو الارتفاع العمودي المطلوب من المضخة رفع الماء إليه، وتعتبر المضخة كآلة لنقل الطاقة ولا يمكنها استحداث

الطاقة، وان الطاقة المحركة للمضخة، يستهلك بعضها في توليد ضغط (ارتفاع) في السائل وقسم لإعطاء سرعة للسائل وقسم يفقد نتيجة الاحتكاك بين السائل وجدران مجموعة الري من أنابيب وصمامات وعكوس وغيرها وهذا ما يعبر عنه بفقدان الاحتكاك. ذكر (9) إن الضاغط المانومتري الذي تعطيه المضخة يقل بزيادة التصريف. ويسمى الضاغط الذي يناظر تصريف مقداره صفر بضاغط الإيقاف (shut – off head). ويقسم ارتفاع الضخ إلى ثلاثة أقسام: ارتفاع السحب الثابت وارتفاع الدفع الثابت وارتفاع الاحتكاك. ويمكن التحكم بضغط الدفع في المضخات الطاردة المركزية عن طريق صمام الدفع. ولغرض الحصول على الطاقة المطلوبة لسحب المائع ورفعها يتوجب دوران بشاراة المضخة بعدد دورات محددة وحسب تصميم المضخة وتقاس بوحدة دورة/ دقيقة ويرمز لها بالرمز (N) (6 و 11).

الهدف من الدراسة: يهدف البحث لدراسة مؤشرات الأداء لطاغم ضخ يتكون من مضخة طاردة مركزية نوع (5"×6") (ruvatti) مع محرك ديزل نوع (DEUTZ) في الاجواء العراقية الحارة.

### المواد وطرائق العمل

أجريت الدراسة في عام 2023 في فصل الصيف لدراسة تأثير زيادة السرعة وضغط الدفع في أداء المضخة الطاردة المركزية (ruvatti) مع محرك ديزل نوع (Deutz) ذو التبريد الهوائي. الشكل 1.



شكل 1: يوضح منظومة الضخ المستخدمة في التجربة (3).

Figure 1: illustrated the Pumping system used in the experiment.

ونفذت التجربة باستعمال تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (CRD) وبثلاث مكررات. وتضمنت الدراسة الاتي: العوامل المستخدمة في الدراسة هي عاملين: السرعة بمستويين 1500 و 1700 دورة/ دقيقة وعامل ضغط الدفع بثلاث مستويات 2.5 و 3 و 3.5 بار وكانت الصفات المدروسة: التصريف (م<sup>3</sup> / ساعة) والقدرة الحصانية المائية (WHP) (حصان) واستهلاك الوقود (لتر/ ساعة) ودرجة حرارة العادم (C°) حيث تم إجراء الاختبارات الخاصة بالمضخة باستخدام منصة لفحص المضخات في احواض الترسيب الخاصة بالماء الخام وحسب الخطوات العملية الاتية (4):

- 1- تجميع وحدة الضخ مع المحرك الديزل على قاعدة لحامية و وسيلة نقل الحركة هي القارنات المباشرة .
- 2 - نصب طاغم الضخ على منصة الفحص المخصصة لهذا الغرض، وإجراء تحضير المضخة بإملاء أنبوب السحب وحفاظة المضخة بالماء.

3 - تشغيل المضخة ومن ثم البدء بفتح صمام الدفع تدريجياً لغرض تخفيض ضغط الدفع إلى أن يصل مقياس ضغط الدفع إلى 2.5 بار وبهذا بدأت المضخة بضخ الماء بتصريف معين.

4- البدء بأجراء الاختبار وتسجيل القراءات حيث تم قياس التصريف باستخدام جهاز عداد التدفق (Flow meter) بعد تثبيت سرعة المضخة على السرعة 1500 دورة/ دقيقة وتثبيت قراءة مقياس الضغط السالب و قراءة مقياس ضغط الدفع الموجب وتسجيل استهلاك الوقود عن طريق جهاز لقياس استهلاك الوقود مصنع محلياً، وتسجيل درجة حرارة العادم عن طريق استخدام مقياس حرارة العادم نوع (Thermocouple) وبالطريقة نفسها يتم اختبار المضخة على الضغوط 3 و 3.5 بار وبثلاثة مكررات على السرعة نفسها ومن ثم تكرار الاختبار على السرعة الثانية 1700 دورة/ دقيقة.

الصفات المدروسة وطرائق حسابها:

التصريف: تم قياس التصريف باستخدام عداد التدفق مع الوقت واستخدمت المعادلة المقترحة من قبل (10).

$$Q = (\text{vol.}) / \text{time} \dots \dots \dots (1)$$

حيث:

$$Q = \text{hr} / \text{m}^3 \text{ التصريف، متر}^3 / \text{ساعة.}$$

$$\text{Vol.} = \text{m}^3 \text{ الحجم، متر}^3.$$

$$\text{Time} = \text{hr.} \text{ الزمن المستغرق عند قياس التصريف، ساعة.}$$

حساب ارتفاع الضخ الكلي (TDH) (Total Dynamic Head).

يتم حساب ارتفاع الضخ الكلي إذ يدخل في احتساب القدرة الحصانية المائية وبموجب المعادلة الآتية والمقترحة من قبل (5 و 8).

$$\text{TDH} = \text{hgd} - \text{hgs} + \Delta z \dots \dots \dots (2)$$

حيث:

$$\text{hgd} = \text{قراءة مقياس ضغط الدفع (الموجب)، بار (1 bar=10.193 m)}$$

$$\text{hgs} = \text{قراءة مقياس الضغط (السالب)، بار.}$$

$$\Delta z = \text{فرق الارتفاع بين مستوى مقياسي الضغط الموجب والسالب، متر.}$$

القدرة الحصانية المائية (WHP)، حصان:

بعد إن تم قياس التصريف وارتفاع الضخ الكلي وحسب ضغط الدفع المحدد في التجربة تم حساب القدرة الحصانية المائية باستخدام المعادلة التالية والمقترحة من قبل (7).

$$\text{WHB} = (\text{QH}) / 273 \dots \dots \dots (3)$$

حيث:

$$\text{التصريف، متر}^3 / \text{ساعة.}$$

$$H = \text{ارتفاع الضخ العمودي، متر.}$$

$$\text{WHB} = \text{القدرة الحصانية المائية، حصان.}$$

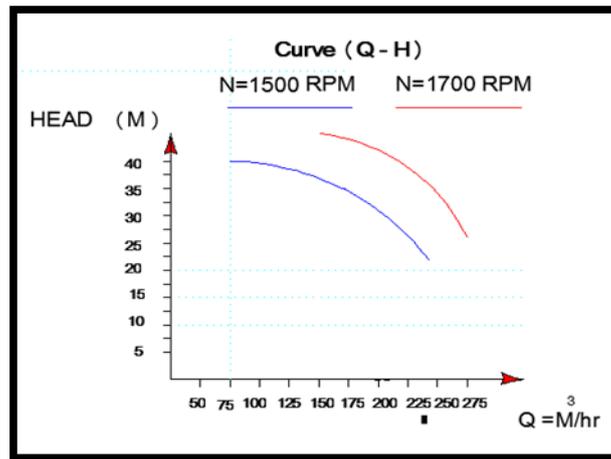
273 = عامل تحويل.

استهلاك الوقود: تم قياس استهلاك الوقود باستخدام جهاز صنع محليا ويتكون من خزان خارجي واسطوانة مدرجة مع اقفال تقفل انابيب الوقود لغرض عزل الوقود المستعمل عن الوقود الموجود في خزان الوقود الاصلي، حيث تم حساب استهلاك الوقود مع الزمن حسب السرعة وضغوطات الدفع المحددة في التجربة.

درجة حرارة العادم: تم قياس درجة حرارة العادم باستخدام مقياس الحرارة نوع (T. type) (Thermocouple) وذلك بتشغيل المحرك الديزل لمدة عشرة دقائق لضمان استقراريته ومن ثم البدء في تسجيل القراءات عن طريق ادخال المتحسس إلى داخل انبوب العادم لمسافة لا تقل عن 15 سم وحسب السرعة وضغوط الدفع المحددة في التجربة علما انه تم تسجيل القراءات في وقت ارتفاع درجة حرارة الجو ظهرا.

### النتائج والمناقشة

التصريف: تشير النتائج الموضحة في الشكل 2 ان زيادة السرعة من 1500 إلى 1700 دورة/ دقيقة أدت إلى زيادة في التصريف من 215 إلى 258.5 م<sup>3</sup>/ ساعة على الضغط الاول ومن 174 إلى 244.8 م<sup>3</sup>/ ساعة على الضغط الثاني ومن 126.6 إلى 215.7 م<sup>3</sup>/ ساعة عند ضغط الدفع الثالث. إن لزيادة ضغط الدفع تأثيرا معنويا في التصريف، إذ إن زيادة ضغط الدفع من 2.5 إلى 3 ثم إلى 3.5 بار باستخدام السرعة 1500 دورة/ دقيقة أدى إلى انخفاض التصريف من 215 إلى 174 ثم إلى 126.6 م<sup>3</sup>/ ساعة على التوالي بينما أدى زيادة ضغط الدفع على السرعة 1700 دورة/ دقيقة أدى إلى انخفاض التصريف من 258.5 إلى 244.8 ثم إلى 215.7 م<sup>3</sup>/ ساعة وتتفق هذه النتائج مع خواص المضخات الطاردة المركزية حسب منحنيات خواص المضخة Characteristic Curve وتتوافق هذه النتائج مع النتائج التي توصل اليها (1).

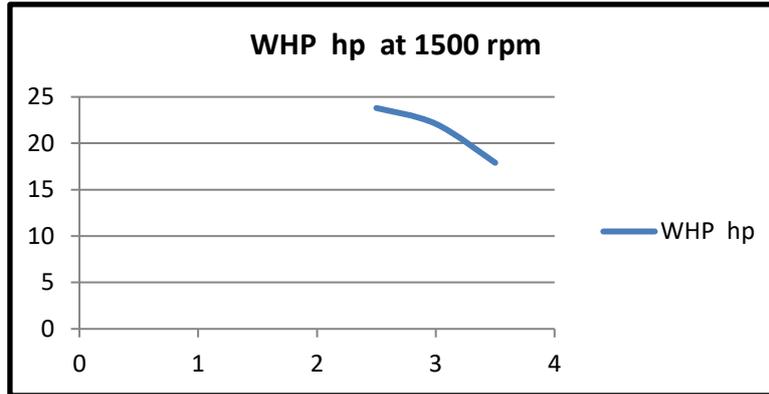


شكل 2: يوضح تأثير زيادة السرعة وضغط الدفع في التصريف م<sup>3</sup>/ ساعة للسرعات 1500 و 1700 دورة/ دقيقة.

Figure 2. illustrated the influence of increasing speed and delivery head on the discharge of the pump m<sup>3</sup>/h for the speed 1500 rpm and 1700 rpm.

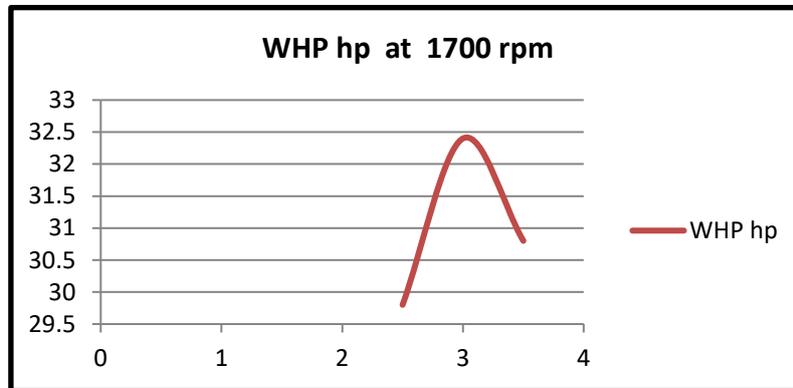
القدرة الحصانية المائية: تشير النتائج الموضحة في الشكل 3 إن زيادة ضغط الدفع على السرعة 1500 دورة/ دقيقة له تأثير معنوي في القدرة الحصانية المائية إذ زاد الضغط من 2.5 إلى 3 ثم إلى 3.5 بار أدى إلى

انخفاض في القدرة الحصانية المائية من 23.8 إلى 22.1 ثم إلى 17.9 حصان اي ان المضخة اقتربت من نقطة اعلى كفاءة عند ضغط الدفع الاول وتتفق هذه النتائج مع (13). بينما تشير النتائج الموضحة في الشكل 4 عند استخدام السرعة 1700 دورة/ دقيقة أدى إلى زيادة معنوية في القدرة الحصانية المائية وعند هذه السرعة اظهر التداخل الثنائي بين ضغط الدفع والسرعة الثانية إلى زيادة في القدرة الحصانية المائية من 29.8 إلى 32.4 عند زيادة ضغط الدفع من 2.5 بار إلى 3 بار ثم انخفضت القدرة الحصانية المائية إلى 30.8 حصان عند استخدام ضغط الدفع الثالث 3.5 بار ويعزى ذلك إلى اقتراب المضخة من نقطة اعلى كفاءة عند الضغط 3 بار.



شكل 3: يوضح تأثير زيادة ضغط الدفع في القدرة الحصانية المائية للمضخة عند السرعة 1500 دورة/دقيقة.

Figure 3. illustrated the influence of increasing delivery head on the water horse power (hp) of the pump for the speed 1500 rpm.

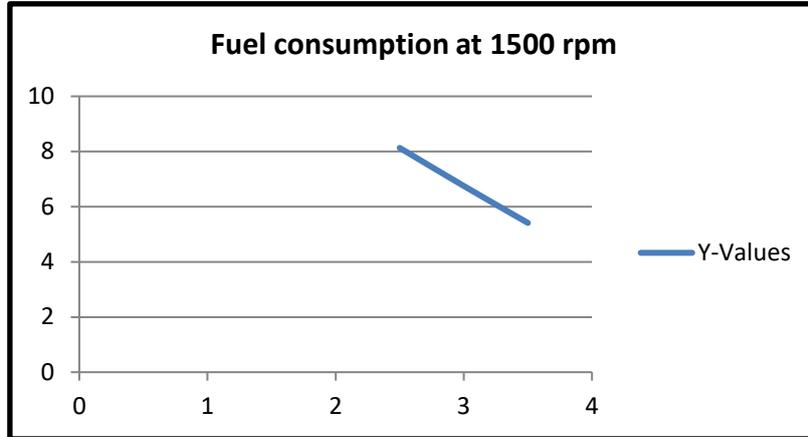


شكل 4: يوضح تأثير زيادة ضغط الدفع في القدرة الحصانية المائية للمضخة عند السرعة 1700 دورة/دقيقة.

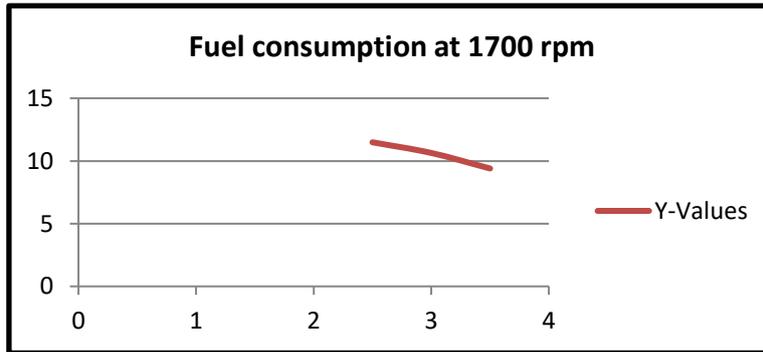
Figure 4. illustrated the influence of increasing delivery head on the water horse power (hp) of the pump for the speed 1700 rpm.

استهلاك الوقود: ان زيادة السرعة من 1500 إلى 1700 دورة/ دقيقة أدت إلى زيادة في استهلاك الوقود من 8.13 إلى 11.49 لتر/ ساعة على الضغط الاول ومن 6.75 إلى 10.64 لتر/ ساعة على الضغط الثاني ومن 5.41 إلى 9.4 لتر/ ساعة عند ضغط الدفع الثالث (2). إن لزيادة ضغط الدفع تأثيرا معنويا في استهلاك الوقود، إذ إن زيادة ضغط الدفع من 2.5 إلى 3 ثم إلى 3.5 بار باستخدام السرعة 1500 دورة/ دقيقة أدى إلى انخفاض استهلاك الوقود من 8.13 إلى 6.75 لتر/ ساعة على التوالي. بينما أدى زيادة ضغط الدفع على

السرعة 1700 دورة/ دقيقة أدى إلى انخفاض استهلاك الوقود من 11.49 إلى 10.64 ثم إلى 9.4 لتر/ ساعة ويعزى ذلك ان زيادة ضغط الدفع يؤدي إلى انخفاض التصريف وبالتالي انخفاض في الطاقة المصروفة وانخفاض استهلاك الوقود. الشكل 5 و6.

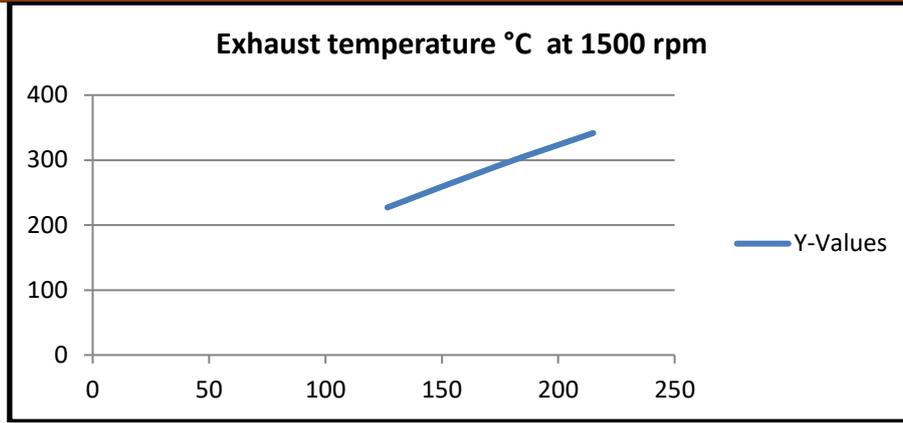


شكل 5: يوضح تأثير زيادة ضغط الدفع في استهلاك الوقود لتر/ ساعة عند السرعة 1500 دورة/ دقيقة.  
Figure 5. illustrated the influence of increasing delivery head on the fuel consumption (l / hr) for the speed 1500 rpm.



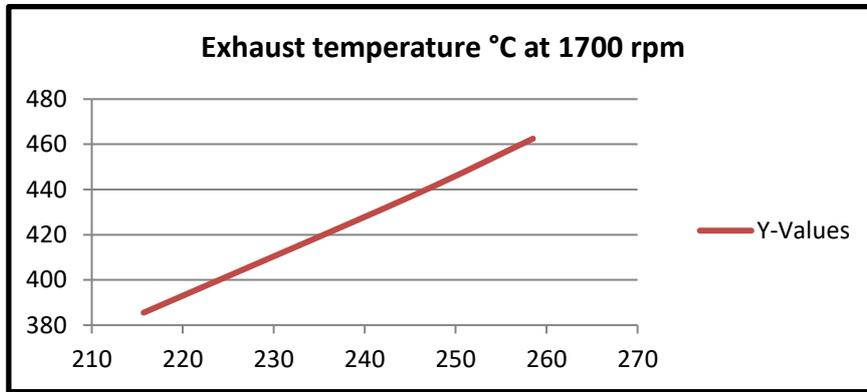
شكل 6: يوضح تأثير زيادة ضغط الدفع في استهلاك الوقود لتر/ ساعة عند السرعة 1700 دورة/ دقيقة.  
Figure 6. illustrated the influence of increasing delivery head on the fuel consumption (l / hr) for the speed 1700 rpm.

درجة حرارة العادم: تبين ان زيادة السرعة من 1500 إلى 1700 دورة/ دقيقة أدت إلى زيادة في درجة حرارة العادم من 341.6 إلى 462.5 درجة مئوية على الضغط الاول ومن 291.2 إلى 436.4 درجة مئوية على الضغط الثاني ومن 227.1 إلى 385.5 درجة مئوية عند ضغط الدفع الثالث ويعزى ذلك ان زيادة السرعة تتطلب وقود اضافي لتحقيقها (14 و15). ومن التجربة تبين ان لزيادة ضغط الدفع تأثيرا معنويا في درجة حرارة العادم، إذ ان زيادة ضغط الدفع من 2.5 إلى 3 ثم إلى 3.5 بار باستخدام السرعة 1500 دورة/ دقيقة أدى إلى انخفاض درجة حرارة العادم من 341.6 إلى 291.2 ثم إلى 227.1 درجة مئوية على التوالي. بينما أدى زيادة ضغط الدفع على السرعة 1700 دورة/ دقيقة أدى إلى انخفاض درجة حرارة العادم من 462.5 إلى 436.4 ثم إلى 385.5 درجة مئوية ويعزى ذلك ان زيادة ضغط الدفع يؤدي إلى انخفاض التصريف وبالتالي انخفاض في الطاقة المصروفة وانخفاض استهلاك الوقود وبالتالي انخفاض درجة حرارة العادم. الشكل 7 و8.



شكل 7: يوضح تأثير زيادة التصريف في درجة حرارة العادم عند السرعة 1500 دورة/ دقيقة.

Figure 7. illustrated the influence of increasing discharge on the exhaust temperature °C for the speed 1500 rpm.



شكل 8: يوضح تأثير زيادة التصريف في درجة حرارة العادم عند السرعة 1700 دورة/ دقيقة.

Figure 8. illustrated the influence of increasing discharge on the exhaust temperature °C for the speed 1700 rpm.

### الاستنتاجات

1. زيادة سرعة المضخة: أظهرت النتائج ان زيادة سرعة المضخة من 1500 دورة في الدقيقة الى 1700 دورة في الدقيقة تؤدي إلى زيادة في التصريف والقدرة الحصانية المائية واستهلاك الوقود وارتفاع درجة حرارة العادم.

2. زيادة ضغط الدفع: كما تبين ان زيادة ضغط الدفع من 2.5 بار الى 3.5 بار يؤدي إلى انخفاض تصريف المضخة والقدرة الحصانية المائية واستهلاك الوقود ودرجة حرارة العادم.

التوصيات:

1. تشغيل منظومة الضخ على السرعة المنخفضة: يوصى بتشغيل المضخة على سرعة 1500 دورة/ دقيقة وعلى ضغط الدفع الاول 2.5 بار وذلك لانخفاض استهلاك الوقود ودرجة حرارة العادم.

2. تجنب تشغيل منظومة الضخ في اوقات الظهيرة الحارة كون محرك الديزل ذو تبريد هوائي وليس تبريد مائي.

**Supplementary Materials:**

No Supplementary Materials.

**Author Contributions:**

Author 1; methodology, writing—original draft preparation, Author 2; data analysis writing—review and editing. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

**Funding:**

This research was funded by the University of Anbar- College of Agriculture, which provided research supplies, a research station, and analysis laboratories.

**Institutional Review Board Statement:**

The study was conducted in accordance with the protocol authorized by the Ministry of Higher Education, Iraq Republic.

**Informed Consent Statement:**

No Informed Consent Statement.

**Data Availability Statement:**

No Data Availability Statement.

**Conflicts of Interest:**

The authors declare no conflict of interest.

**Acknowledgments:**

The authors are thankful for the help of the Department of Farm Machinery and Equipment. The College of Agriculture Engineering Sciences, University of Baghdad, Iraq.

**Disclaimer/Journal's Note:**

The statements, opinions, and data contained in all publications are solely those of the individual author(s) and contributor(s) and not of AJAS and/or the editor(s). AJAS and/or the editor(s) disclaim responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions, or products referred to in the content.

**المصادر**

- 1- Al-Badri, B. H. H., Al-Obaidi, K. S. A., and Nori, N. S. (2020). An analysis for adoption of subsurface irrigation technology and its role in agricultural development in Iraq. *Plant Archives*, 20(1): 2715-2719.
- 2- Al-Badri, S. B. S., and Faiz, F. A. M. (2016). Study the effect of add secondary water pump to air cooler type bf3 on the efficiency of air. *Dept. of Agric. Mechanization/College of Agriculture/University of Baghdad, Dept. of Agric. Mechanization/College of Agriculture/University of Baghdad, Elixir Agriculture*, 96: 41211-41213.
- 3- Al-Obaidi, K. S. (2023). Assembling of a Floating Pumping System Powered by an Internal Combustion Engine in Low Levels Rivers Conditions. A Dissertation College of Agriculture Engineering Sciences, University of Baghdad.
- 4- Al-Obaidi, K. S. A., and Al-Najjar, S. Q. (2020). Evaluation of The Performance of Centrifugal Pump Type (Rovatti T3-PTO). *Evaluation*, 62(04): 2093- 2101.
- 5- Al-Obaidy, K. S. (2017). Evaluation of the Performance of Centrifugal Pump Type (98-00-000). University of Baghdad. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS)*. 10(9): 69-73.
- 6- Al-Obaidy, K. S. (2020). Theoretical Study to Choose the Appropriate Pumps to Solve the Problem of Low Water Levels of The Iraqi Rivers with The Design of a

- Floating Pumping Station. *Al-Qadisiyah Journal for Agriculture Sciences*, 10(2): 377-384.
- 7- Al-Obaidy, K. S. (2011). Using Power Sources to Determine the Qualification of Pumping Unit Performance. Thesis. College of Agriculture, University of Baghdad.
  - 8- Arora, K. R. (2005). *Fluid Mechanics, Hydraulics and Hydraulic Machines*, Standard Publishers Distributors, pp; 882-920.
  - 9- Bachus, L., and Custodio, A. (Eds.). (2003). *Know and understand centrifugal pumps*. Elsevier.
  - 10- Bhattacharya, A. K. (1975). *Hydraulic Machines*. shr B.V. Gupta, Delhi.
  - 11- Bliesner, R. D., and Keller, J. (1982). *Diesel powered pumping for Irrigation*. Detroit, Michigan: Detroit Diesel Allison Division of General Motors Crop.
  - 12- Cherkassky, V. (1990). *Pumps Fans Compressors*, Mir Publishers Moscow, English translation.
  - 13- Ghali, A., A., & M. Abdul-Munaim, A. (2024). Test And Study The Work Efficiency Of Locally Manufactured Palm Service Equipment. *Anbar Journal Of Agricultural Sciences*, 22(1), 398–414. <https://doi.org/10.32649/ajas.2024.183742>.
  - 14- Martyr, A. J., and Plint, M. A. (2011). *Engine testing: theory and practice*. Elsevier.
  - 15- Mathur, M. L., and Sharma, R. P. (2014). *Internal combustion engines*. Ish Kapur for Rai Publications (P) Ltd. NewDelhi.