دار المنظومة
DAR ALMANDUMAH
الرواد في قواعد المعلومات العربية

العنوان:	توصيل المضخات على التوالى والتوازي والتحقق من (H) عمليا
المصدر:	مجلة العلوم والدراسات الإنسانية
الناشر:	جامعة بنغازي - كلية الآداب والعلوم بالمرج
المؤلف الرئيسي:	بارود، فرج احمد الزروق
المجلد/العدد:	ع19
محكمة:	نعم
التاريخ الميلادي:	2016
الشهر:	نوفمبر
الصفحات:	1 - 12
رقم MD:	763358
نوع المحتوى:	بحوث ومقالات
قواعد المعلومات:	HumanIndex
مواضيع:	الهندسة الميكانيكية، المضخات، تجارب علمية
رابط:	https://search.mandumah.com/Record/763358

© 2019 دار المنظومة. جميع الحقوق محفوظة.
هذه المادة متاحة بناء على الإتفاق الموقع مع أصحاب حقوق النشر، علما أن جميع حقوق النشر محفوظة. يمكنك تحميل أو طباعة هذه المادة للاستخدام الشخصي فقط، ويمنع النسخ أو التحويل أو النشر عبر أي وسيلة (مثل مواقع الانترنت أو البريد الالكتروني) دون تصريح خطي من أصحاب حقوق النشر أو دار المنظومة.

جامعة بنغازي
مجلة العلوم والدراسات الإنسانية– المرج
مجلة علمية إلكترونية محكمة
رقم الإيداع بدار الكتب الوطنية 2014/284 ISSN: 2312- 4962

توصيل المضخات على التوالي والتوازي والتحقق من (H) عمليا

فرج أحمد الزروق بارود
(دكتوراه هندسة ميكانيكية– محاضر بجامعة بني وليد– ليبيا)

Abstract.

The word pump is general term for any fluid machine that adds energy to a fluid. The pump is power absorbing machine. The power can be supplied to the pump by a prime mover like an electric motor, an internal combustion engine or turbine.

Pumping means addition of energy to a liquid to move it from one place to another and this done by means of piston, impeller. Propeller, or gears depending upon types of pump. This study focused on the mean of how to utility height (H) of pumps in series connection, and how to increase this value. In first chapter of the experimental work we did connect pumps in parallel as well as in series to make comparison between both the ways, the result come identical to the theoretical result, which says that the value (H) increases in series connection. In second chapter we did investigate about Bernoulli's equation to prove that the minimum the diameter of the pipe, the maximum the speed potential ($\frac{V^2}{2g}$) in which leads to low pressure potential ($\frac{P}{\rho g}$).

الملخص:

كلمة مضخة هو مصطلح عام يطلق على الآلة التي تضيف طاقة للسائل، ولكي تؤدي المضخة عملها هذا ينبغي تزويدها بمصدر طاقة كهربائي أو محرك احتراق داخلي أو تربين، والضخ هو إضافة طاقة للسائل لنقله من مكان إلى آخر وهذا يحدث عن طريق المكبس أو الدفاعة أو التروس أو المروحة حسب نوع المضخة.

في هذا البحث تم التركيز على كيفية الاستفادة من مقدار ارتفاع السائل (H) عند توصيل المضخات على التوالي وكيفية زيادة هذه القيمة. ففي الجزء الأول من العملي تم ربط المضخات على التوازي ثم على التوالي للمقارنة بين النتائج، وتبين أن النتائج العملية مطابقة للنتائج النظرية التي تثبت بأن (H) يزداد بالتوصيل على التوالي كما بالشكل (8). أما في الجزء الثاني من التجربة فقد تم التحقق من معادلة برنوللي للسريان لنثبت أنه كلما قل قطر الأنبوب زادت طاقة السرعة ($\frac{V^2}{2g}$) وهذا يؤدي لانخفاض في طاقة الضغط ($\frac{P}{\rho g}$) كما بالشكل (9).

جامعة بنغازي
مجلة العلوم والدراسات الإنسانية– المرج
مجلة علمية إلكترونية محكمة
رقم الإيداع بدار الكتب الوطنية 2014/284 ISSN: 2312- 4962

- المقدمة:

تستخدم المضخات الطاردة المركزية في العديد من المجالات الصناعية والزراعية وفي شبكات المياه لتغذية المدن وشبكات الصرف الصحي ومن مزاياها أنها ليست معقدة في التركيب وسهلة في الصيانة. أن فكرة عمل المضخة الطاردة المركزية هو سحب طاقة كهربائية لتعطي طاقة للسائل الخارج من الدفاعة وهذا ما ينص عليه مبدأ برنوللي على تحويل الطاقة الحركية للسائل المتمثلة في سرعته إلى ضغط وذلك عند خروجه إلى الجزء الحلزوني من المضخة وأن السبب في نقص السرعة وزيادة الضغط هو التوسع التدريجي أثناء خروج السائل من الدفاعة.

أن أهمية هذا البحث تكمن في كيفية الاستفادة من ربط المضخات فعلى سبيل المثال، أن شبكات الصرف الصحي في بعض الأحيان وخاصة في المناطق الجبلية أو المناطق الغير مستوية السطح فإنها بحاجة لمضخات رفع وليس مضخات دفع كميات ولذلك يجب دراسة المشروع جيدا حتى يتم تركيب المضخات المناسبة لتعطي كفاءة عالية عند عملها، وللحصول على هذه الكفاءة عليها بتركيب المضخات حسب الحاجة فإذا كنا بحاجة للتدفق (Q) يجب ربط المضخات على التوازي وإذا احتجنا إلى العلو (H) يجب ربط المضخات على التوالي.

المعدات المستخدمة في التجارب:

- مضخات طاردة مركزية أحادية الدفع وأحادية المدخل.
- شبكة أنابيب وأحواض (خزانات) مفتوحة ومربوطة بالمضخات.

التجارب العملية:

إن الغرض من ربط المضخات مع بعضها البعض يعتمد على حاجتنا لنوع التوصيل ويشترط أن تكون المضخات من نفس النوع وبنفس القدرة حتى لا تؤثر أحداهما على الأخرى فلو كنا بحاجة إلى كمية التدفق (Q) فإنه يتم الربط على التوازي أما إذا كانا بحاجة إلى العلو (H) فإنه يتم الربط على التوالي.

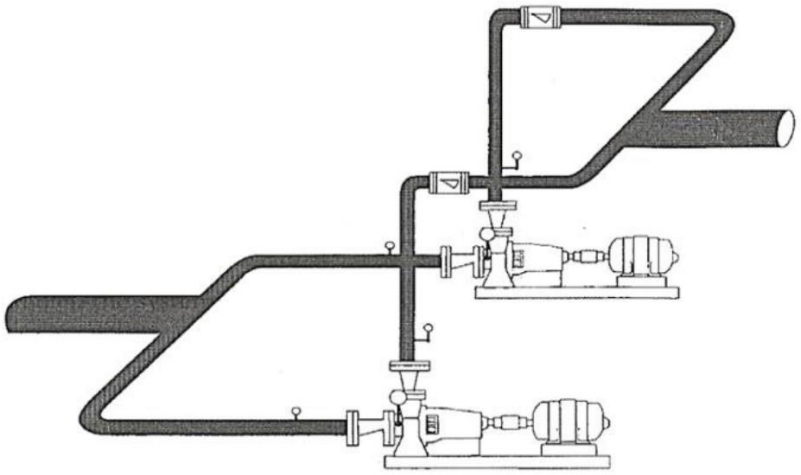
✓ **الربط على التوازي:**

الشكل (1) يوضح لنا كيفية توصيل المضخات على التوازي والشكل (2-أ) [6]، يبين لنا كيفية العمل حيث أنه كل مضخة تسحب كمية من السائل مقدارها (Q_2, Q_1) هو زيادة في التدفق أي أن المجموع الكلي للتدفقات هو التدفق الخارج من المضخة الأولى مضاف لها التدفق الخارج من الثانية كما في المعادلة (1) [6]، ونلاحظ ثبات العلو (H) كما بالشكل (2-ب) [6]، والمعادلة (2).

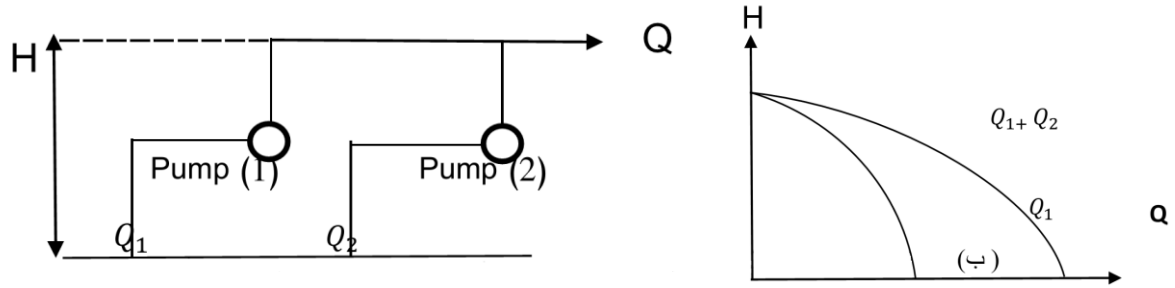
$$Q= Q_1 + Q_2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

$$H= H_1= H_2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

جامعة بنغازي
مجلة العلوم والدراسات الإنسانية– المرج
مجلة علمية إلكترونية محكمة
رقم الإيداع بدار الكتب الوطنية 2014/284 ISSN: 2312- 4962



شكل (1) يوضح توصيل المضخات على التوازي



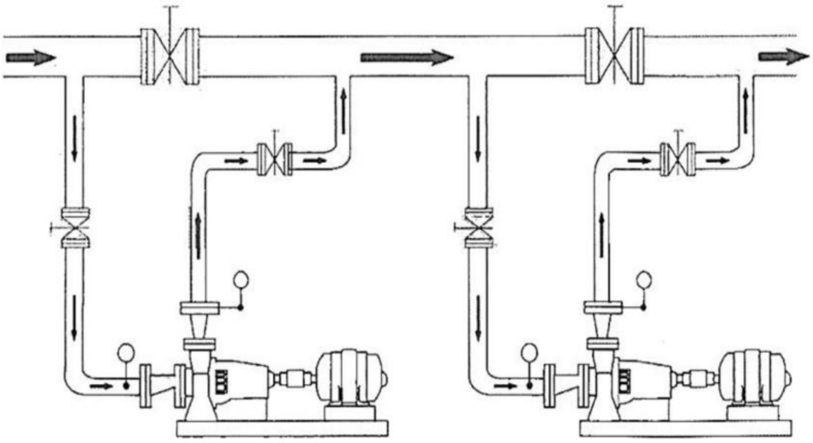
(أ) رسم تخطيطي لمضختان موصلتان على التوازي (ب) رسم بياني يوضح زيادة (Q) وثبات (H)

شكل (2) يوضح زيادة التدفق مع ثبوت العلو في حالة التوصيل على التوازي

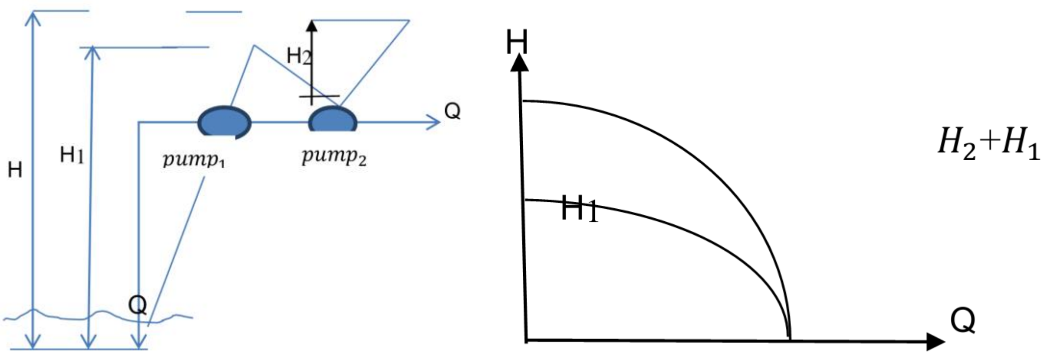
✓ **الربط على التوالي:**

الشكل (3) يوضح لنا كيفية توصيل المضخات على التوالي والشكل (4-أ) يبين لنا كيفية العمل حيث أن المضختين موصلتين على التوالي فإن كمية التدفق التي تسحبها المضخة الأولى هي نفس الكمية التي تدخل للمضخة الثانية وهو نفسه المجموع الكلي للتدفقات الخارجة من المنظومة وهذا ما تؤكده معادلة الاستمرارية (3) [4]، إلا أنه عند التوصيل على التوالي فإن المضخة الثانية تزيد من العلوم (H) للمضخة كما موضح بالشكل (4-ب) [6]، كما مبين بالمعادلة (4).

$$Q= Q_{in}= Q_{out} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3)$$
$$H= H_1 + H_2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (4)$$



شكل (3) توصيل المضخات على التوالي



(أ) رسم تخطيطي لمضختان موصلتان على التوالي (ب) رسم بياني يوضح زيادة (H) وثبات (Q)

شكل (4) يوضح زيادة العلو مع ثبوت التدفق في حالة التوصيل على التوالي

- النتائج:

في هذا الجزء من البحث قمنا بعدة تجارب على منظومة مضخات موصلة على التوالي والتوازي كما موضح بالشكل (5) (أ،ب) ففي الجزء الأول من العملي قمنا بربط المضخات على التوازي ثم على التوالي للمقارنة بين النتائج التي تم الحصول عليها في التجربتين، أما الجزء الثاني من التجربة فتم توصيل المضخات فقط على التوالي في حالتين. الحالة الأولى عندما الأنبوب الرئيسي للضخ قطره (4cm) والحالة الثانية عندما الأنبوب الرئيسي للضخ قطره (2cm) وذلك لنتحقق من المعادلة رقم (5).

$$H_P = \frac{P_d}{\gamma} + \frac{V_d^2}{2g} \qquad (5)$$

المعادلة (5) نتائج معادلة برنوللي للسريان (6) في وجود مضخة وضياعات والتي تنص على (1، 2، 3)

$$\frac{P_1}{\gamma} + Z_1 + \frac{V_1^2}{2g} + H_P = \frac{P_2}{\gamma} + Z_2 + \frac{V_2^2}{2g} + h_L \qquad (6)$$

$\frac{P_1}{\gamma} = \frac{P_s}{\gamma}$ عمود الضغط عند الدخول ويقاس (m)، $\frac{P_d}{\gamma} = \frac{P_2}{\gamma}$ عمود الضغط عند الخروج ويقاس (m).

رقم الإيداع بدار الكتب الوطنية 2014/284 ISSN: 2312- 4962

$\gamma = \rho g$ الوزن النوعي ويقاس ($^{N}/_{m3}$) ,ρ كثافة المائع وتقاس ($^{Kg}/_{m3}$).

g عجلة الجاذبية وتقاس ($^{m}/_{s2}$).

Z_1 عمود الارتفاع عند الدخول ويقاس (m) ,Z_2 عمود الارتفاع عند الخروج ويقاس (m).

$\frac{V_1^2}{2g}$ عمود السرعة عند الدخول ويقاس (m)' $\frac{V_2^2}{2g}$ عمود السرعة عند الخروج ويقاس (m).

h_L الضياعات وتقاس (m),H_p عمود رفع المضخة ويقاس (m) وهي الطاقة التي يمكن إضافتها للسائل.

في حالة المضخات على نفس مستوى القياس إذاً $Z_1 = Z_2$

وفي التجربة أنبوب السحب والضخ متساويات في القطر $D_{in} = D_{out}$

إذا طاقة السرعة تساوي صفر في الطرفين $\therefore V_1 = V_2$

بما أن الخزان مفتوح للهواء الجوي $P_1 = 0$

$$\therefore \quad H_p = \frac{P_2}{\gamma}$$

في المنظومة التي تم العمل عليها مقياس الضغط يعطي ضغط الخروج مقاس ب (bar) ومنه حصلنا على قيمة (Hp) بالمتر وهي الرفع للمضخة.

ملاحظة: تم العمل وأخذ النتائج على المنظومة (5–ب) أما المنظومة (5–أ) عملنا عليها للتحقق من كمية الماء (Q(m^3/h)) في الحالتين التوصيل على التوازي والتوالي.

شكل (5–أ) يوضح منظومة المضخات التي تم العمل عليها.

جامعة بنغازي
مجلة العلوم والدراسات الإنسانية– المرج
مجلة علمية إلكترونية محكمة
رقم الإيداع بدار الكتب الوطنية 2014/284 ISSN: 2312- 4962

شكل (5–ب) يوضح منظومة المضخات التي تم العمل عليها

– النتائج المعملية:

النتائج التي تم أخذها لمضختين معاً مرة تم التوصيل على التوالي ثم على التوازي ولم تكن النتائج لكل مضخة على حدا.

$$\gamma = \rho g = \frac{Kg}{m^3}.\frac{m}{s^2} = \left(\frac{N}{m^3}\right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad H = \frac{P_d}{\rho g} = \frac{bar \times 10^5}{9.81 \times 10^3} = \frac{P_a}{9810}$$

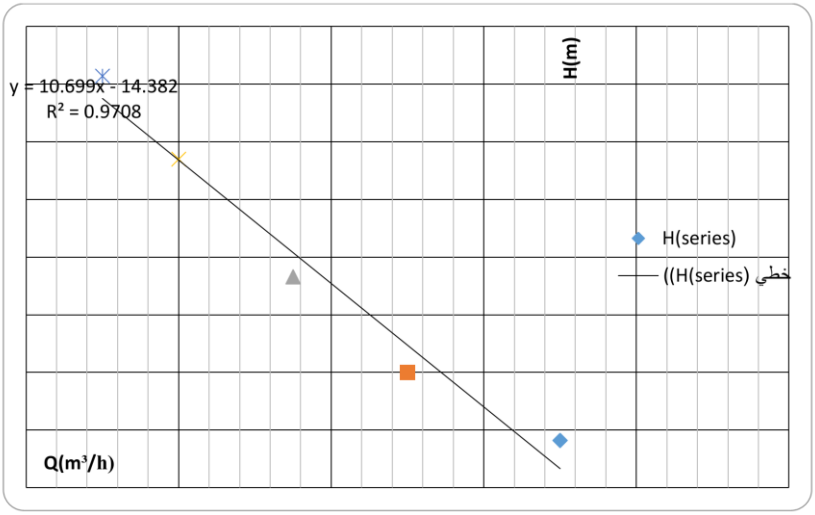
- **التجربة (1)..... التوصيل على التوالي.**

هذه القيم حصلنا عليها من التجربة ما عدا (Hp) تم حسابها كما مبين.

الجدول (1) يبين قيم لمضختين تم توصيلهما على التوالي

Rpm	**Q(m^3/h)**	**P (bar)**	$Hp = \frac{P \times 10^5}{\gamma}$ (m)
1000	1.5	0.4	4.1
1500	2.5	1	10
2000	3.25	1.8	18
2500	4	2.8	28.5
2800	4.5	3.5	35.7

جامعة بنغازي
مجلة العلوم والدراسات الإنسانية– المرج
مجلة علمية إلكترونية محكمة
رقم الإيداع بدار الكتب الوطنية 2014/284 ISSN: 2312- 4962



الشكل (6) يوضح تخطيطا بيانيا لقيم (H) و(Q) للتوصيل على التوالي

الرسم البياني شكل (6) يوضح نتائج توصيل مضختين على التوالي ونلاحظ أكبر قيمة للرفع (H) للمضختين معا (35.7m) وأكبر قيمة للتدفق (Q)(4.5 m^3/h).

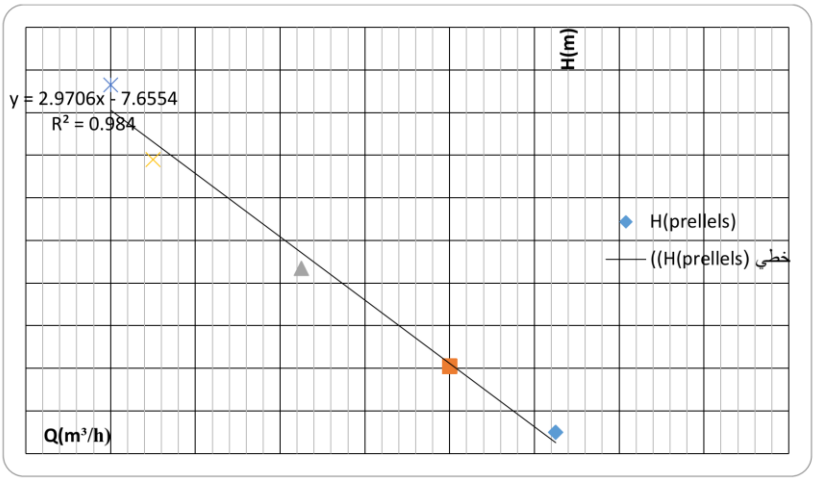
- **التجربة (2)…. التوصيل على التوازي.**

هذه القيم حصلنا عليها من التجربة ما عدا (Hp) تم حسابها كما مبين.

الجدول (2) يبين قيم لمضختين تم توصيلهما على التوازي.

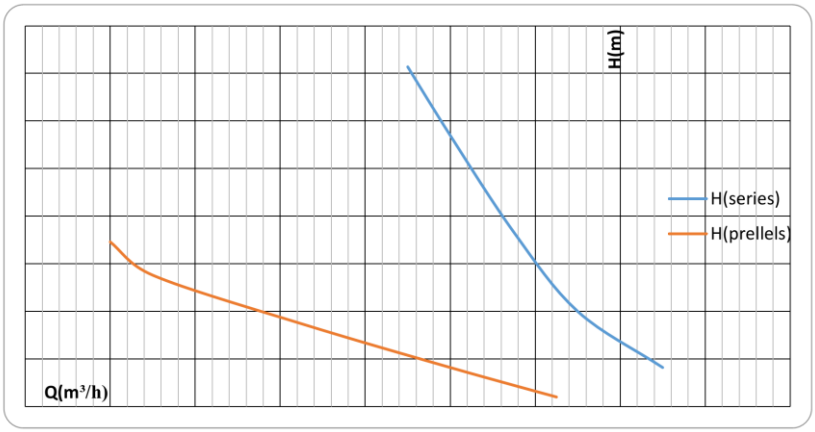
Rpm	Q(m^3/h)	P (bar)	$Hp = \frac{P \times 10^5}{\gamma}$ (m)
1000	2.75	0.1	1
1500	4	0.4	4.1
2000	5.75	0.85	8.7
2500	7.5	1.35	13.8
2800	8	1.7	17.3

جامعة بنغازي
مجلة العلوم والدراسات الإنسانية– المرج
مجلة علمية إلكترونية محكمة
رقم الإيداع بدار الكتب الوطنية 2014/284 ISSN: 2312- 4962



الشكل (7) يوضح تخطيطا بيانيا لقيم (H) و(Q) للتوصيل على التوازي

الرسم البياني شكل (7) يوضح نتائج توصيل مضختين على التوازي ونلاحظ أكبر قيمة ل لرفع (H) للمخضتين معا (17.3m) وأكبر قيمة للتدفق (Q) (8 m^3/h). الرسم البياني شكل (8) يوضح مقارنة لتوصيل مضختين مرة تم التوصيل على التوازي ومرة على التوالي فنلاحظ أن التوصيل على التوالي يعطي علوا (H) فأكبر قيمة تسجل عند التوصيل على التوالي (35.7m) وهي ضعف قيمة الربط على التوازي (17.3m) أم التوصيل على التوازي فيعطي تدفقها (Q) فأكبر قيمة تسجل عند التوصيل على التوازي (8 m^3/h) وهي ضعف قيمة الربط على التوالي (4.5 m^3/h). وهذا ما تثبته المعادلات السابقة (1، 2، 3، 4) وكذلك موضح بالأشكال (1، 2، 3، 4).

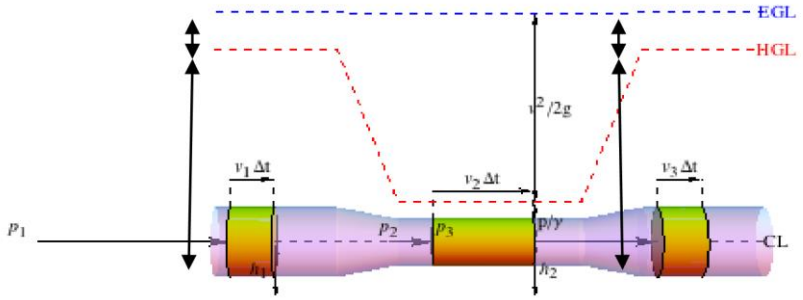


الشكل (8) يوضح تخطيطا بيانيا لقيم (H) و(Q) للمقارنة بين التوازي والتوالي

- **التجربة (3).**

أما في الجزء التالي من التجربة فقمنا بالتحقق من معادلة برنوللي للسريان لنثبت أنه كلما قل قطر الأنبوب زادت طاقة السرعة $(\frac{V^2}{2g})$ وهذا يؤدي لانخفاض في طاقة الضغط $(\frac{P}{\rho g})$ كما بالشكل (9)[2، 5، 6].

جامعة بنغازي
مجلة العلوم والدراسات الإنسانية– المرج
مجلة علمية إلكترونية محكمة
رقم الإيداع بدار الكتب الوطنية 2014/284 ISSN: 2312- 4962



شكل (9) يبين خط الطاقة والخط التدرج الهيدرولكي

من معادلة الاستمرارية (7) التي تنص على أن كمية التصريف الداخل تساوي الكمية الخارجة [4].

$Q_{in}= O_{out}$..... (7)

$$\frac{P_{in}}{\gamma} + Z_{in} + \frac{V_{in}^2}{2g} = \frac{P_{out}}{\gamma} + Z_{out} + \frac{V_{out}^2}{2g} \quad \text{.....(8)}$$

المعادلة (8) هي معادلة برنوللي المثالية بين نقطتين، أي أن طاقة الدخول (E_1)= طاقة الخروج (E_2) [4، 5].

$$E_1 = \frac{P_{in}}{\gamma} + Z_{in} + \frac{V_{in}^2}{2g} \quad \text{.....} \quad E_2 = \frac{P_{out}}{\gamma} + Z_{out} + \frac{V_{out}^2}{2g}$$

نلاحظ في الشكل (9) أن الأنبوب موضوع أفقيا هذا يعني أن $Z_1= Z_2$ أي يقعان على نفس مستوى القياس، والمتغير في التجربة هو قطر أنبوب الضخ وبسبب نقص القطر سيؤدي لزيادات طاقة السرعة $(\frac{V^2}{2g})$ وانخفاض في طاقة الضغط $(\frac{P}{\rho g})$ وهذا لا يؤثر على الطاقة الكلية عند الدخول والخروج ($E_{in}= E_{out}$) أما إذا كانت الحالة ليست كما في الشكل (9) أن الأنبوب موضوع أفقيا فقط وكما بالتجربة (3) كانتا المضختين موصلتين على التوالي وتم أخذ القرآت في حالة تغير قطر الأنبوب الرئيسي ($D_2= 2cm, D_2= 4cm$) وتم تطبق معادلة برنوللي على نقطتين، النقطة الأولى في حوض السحب والثانية بعد المضختين مباشرة، إذا تصبح معادلة برنوللي على النحو التالي.

$$\frac{P_1}{\gamma} + Z_1 + \frac{V_1^2}{2g} + H_P = \frac{P_2}{\gamma} + Z_2 + \frac{V_2^2}{2g}$$

بما أن النقطة (1) و(2) على نفس المستوى إذا ($Z_2=0$ $Z_1=$) وبما أن الخزان مفتوح إذا $(\frac{V_1^2}{2g} = 0 \ , \frac{P_1}{\gamma} = 0)$.

$$\therefore \ H_P = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g}$$ نحصل على المعادلة النهائية بهذه الصورة

وهذه المعادلة سنستخدمها لإيجاد قيمة (Hp) في التجربة (3) ونتائج التجربة في الجدولين (3، 4).

هذه القيم حصلنا عليها من التجربة.. أولا في حالة ($D_2= 4cm$).

رقم الإيداع بدار الكتب الوطنية 2014/284 ISSN: 2312- 4962

الجدول (3) يبين قيم لمضختين تم توصيلهما على التوالي عندما (D_2= 4cm).

Rpm	Q(m^3/h)	P (bar)	$Hp = \frac{P \times 10^5}{\gamma}$ (m)
1000	1.5	0.4	4.1
1500	2.5	1	10
2000	3.25	1.8	18
2500	4	2.8	28.5
2800	4.5	3.5	35.7

هذه القيم حصلنا عليها من التجربة.. ثانيا في حالة (D_2= 2cm)

الجدول (4) يبين قيم لمضختين تم توصيلهما على التوالي عندما (D2= 2cm)

Rpm	Q(m^3/h)	P (bar)	$Hp = \frac{P \times 10^5}{\gamma}$ (m)
1000	1.5	0.1	1
1500	2.5	0.55	5.6
2000	3.25	1.05	10.7
2500	4	1.2	12.2
2800	4.5	1.5	15.3

- **تحليل النتائج:**

D= 0.04m….. D= 0.02m

يجب الحصول على قيمة (v) في كل حالة.

$$A = \frac{\pi D^2}{4} \dots\dots\dots\dots\dots\dots \quad V = \frac{Q}{A}$$

القيم التي حصلنا عليها حسابيا هي $(H_p , \frac{V^2}{2g} , V)$ ونحول قيمة Q(m^3/h) إلى Q(m^3/S) لتسهيل الحسابات.

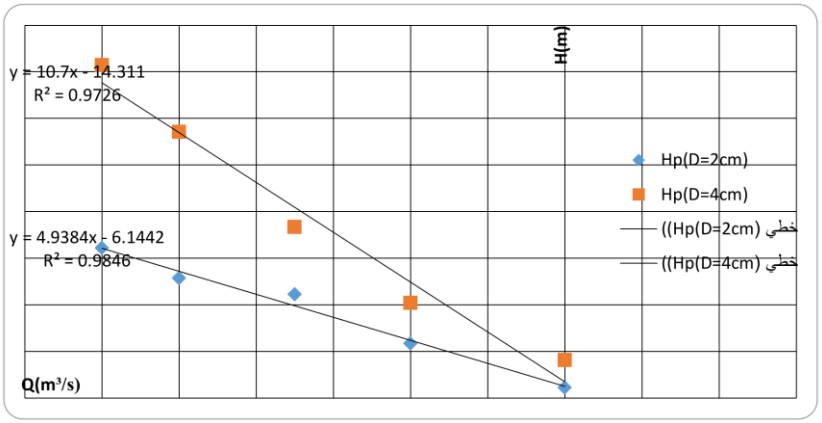
جامعة بنغازي
مجلة العلوم والدراسات الإنسانية– المرج
مجلة علمية إلكترونية محكمة
رقم الإيداع بدار الكتب الوطنية 2014/284 ISSN: 2312- 4962

الجدول (5) يبين نتائج حسابية لمضختين تم توصيلهما على التوالي عندما (D_2= 4cm)

Rpm	Q(m^3/h)	Q(m^3/s)	V(m/s)	$V^2/2g$(m)	p/γ(m)	H_p(m)
1000	1.5	0.000417	0.331741	0.005609	4.1	4.083081
1500	2.5	0.000694	0.552902	0.015581	10	10.20926
2000	3.25	0.000903	0.718772	0.026332	18	18.37496
2500	4	0.001111	0.884643	0.039887	28.5	28.58219
2800	4.5	0.00125	0.995223	0.050483	35.7	35.72836

الجدول (6) يبين نتائج حسابية لمضختين تم توصيلهما على التوالي على (D_2= 2cm)

Rpm	Q(m^3/h)	Q(m^3/s)	V(m/s)	$V^2/2g$(m)	p/γ(m)	H_p(m)
1000	1.5	0.000417	1.326964	0.089747	1	1.109115
1500	2.5	0.000694	2.211607	0.249297	5.6	5.855821
2000	3.25	0.000903	2.875088	0.421312	10.7	11.12468
2500	4	0.001111	3.53857	0.6382	12.2	12.87062
2800	4.5	0.00125	3.980892	0.807722	15.3	16.09824



الشكل (10) يبين الرسم البياني لمضختين تم توصيلهما على التوالي مع اختلاف قطر الضخ

❖ نتائج البحث:

1. من التجربة (1) التوصيل على التوالي يزيد من قيمة العلو (H) وهذا واضح بالرسم البياني شكل (6).
2. من التجربة (2) التوصيل على التوازي يزيد من قيمة التدفق (Q) وهذا واضح بالرسم البياني (7).
3. الرسم البياني شكل (8) يوضح لنا الفرق بين الربط على التوالي والتوازي فأكبر قيمة للعلو (H) تسجل عند التوصيل على التوالي (35.7m) وهي ضعف قيمة الربط على التوازي (17.3m) أم التوصيل على التوازي فيعطي تدفقا (Q) فأكبر قيمة تسجل عند التوصيل على التوازي (8 m^3/h) وهي ضعف قيمة الربط على التوالي (4.5 m^3/h).

رقم الإيداع بدار الكتب الوطنية 2014/284 ISSN: 2312- 4962

4. من التجربة (3) نستنتج أن نقص قطر الأنبوب يزيد من طاقة السرعة $(\frac{V^2}{2g})$ مما يسبب انخفاض في طاقة الضغط $(\frac{P}{\rho g})$.
5. من النتائج في الجدولين (5، 6) نلاحظ أن Hp(m) قلت قيمتها عندما قل القطر والنقص في القطر كذلك أثر على طاقة الضغط حيث انخفضت وزادت طاقة السرعة وهذا ما كنا نريد إثباته عمليا.
6. الشكل (10) الرسم البياني يبين الفرق عندما كان القطر (D_2= 4cm) (D_2= 4cm) نلاحظ التأثير الذي حصل على قيمة الرفع للمضختين على التوالي (Hp).

- المراجع:

1) علي نزار سبتي، عدنان جاسم (1997) أساسيات ميكانيكا الموائع، دار الكتب الوطنية/ بنغازي 3384 2)
د. قداح شاكر قداح (1991) ميكانيكا الموائع وتطبيقاتها الهندسية، الدار الدولية للنشر والتوزيع، القاهرة. 1573.
2) Ranald V. (1981), Fluid Mechanics and Hydraulics, McGrawHill, London 1824.
3) Ageev, gregore (2007) Vane pump, Engineering Center, Perm, Russia. 645.
4) Bocharnikov, Bachranokov, (2005) Submersible centrifugal pumps, Tyumen, Russia.
5) Larry Bachus, Angel Custodio (2003) Know and Understand Centrifugal Pumps (Hand book), Elsevier, UK.