قسم الهندسة الزراعية كلية علوم الأغذية والزراعة	هيدروليكا الآبار والمضخات (٤٣٧هزر) الأختبار الدوري الثاني	الفصل الدراسي الثاني ١٤٢٩/٥/٢٩

السؤال الأول: أذكر ما تعرفه عن الفقرات التالية: (٤٠ درجة)

١. أذكر مميزات المضخات الطاردة المركزية وكيف تعمل ؟
٢. أذكر خمسة بيانات ضروري توفرها لإختيار المضخة ؟
٣. ما هي التهيئة للمضخة ؟ وكيف تتم ؟
٤. ماذا ينتج عن ربط المضخات على التوازي وعلى التوالي ؟
٥. ما هي ظاهرة التكهف؟ وكيف تحدث؟ وما هي المضار التي تنتج عنها؟

الإجابة

١. أذكر مميزات المضخات الطاردة المركزية وكيف تعمل ؟

تمتاز المضخات الطاردة المركزية بالصفات التالية:

أ. بساطة في التصميم، كفاءة عالية، تصرفها عالي، سهلة التركيب، وتكلفته قليلة، فحصها وصيانته سهلة، تلاءم سرعات المحركات المختلفة.

ب. تعمل المضخات الطاردة المركزية على مبدأ فعل الطرد المركزي، حيث يقوم المحرك بتدوير المروحـة بالماء داخل حجرة المضخة فيدخل الماء من فتحة أنبوب السحب ويصل مركز حجرة المضخة ثم يـرتطم بالمروحة التي تدور بسرعة وبالتالي يطرد الماء إلى الخارج.

٢. أذكر خمسة بيانات ضروري توفرها لاختيار المضخة ؟

- معلومات عن مصدر الماء.
- ارتفاع عمود السحب.
- طول أنبوب السحب.
- مقدار عمود السحب الاستاتيكي.
- مقدار عمود الطرد الاستاتيكي.
- عدد الانحناءات في خط السحب.
- نوع الشفاط والمصفاة.
- تصرف المضخة.
- موقع المضخة.
- نوع المحرك.
- وحدة القدرة.

٣. ما هي التهيئة للمضخة ؟ وكيف تتم ؟

- ملئ غلاف المضخة وأنبوب السحب بالماء لطرد جميع الهواء بداخلها.
- إما أن تضاف المياه إلى المضخة يدوياً أو بواسطة إحدى الطرق المختلفة، كاستخدام مضخة التهيئة.

٤. ماذا ينتج عن ربط المضخات على التوازي وعلى التوالي ؟

- عند ربط المضخات على التوالي يكون الناتج هو مضاعف الضغط ويبقى التصرف ثابت.
- عند ربط المضخات على التوازي يتضاعف مقدار التصرف دون أن يتأثر الضغط الخارجي.

٥. ما هي ظاهرة التكهف؟ وكيف تحدث؟ وما هي المضار التي تنتج عنها؟

- ظاهرة التكهف هي التي تحدث عندما يهبط ضغط السحب إلى ضغط أقل من ضغط البخار الـسائد عند نفس درجة الحرارة فعندها يبدأ السائل في الغليان مكوناً فقاقيع.
- وهذه الفقاقيع تسير مع السائل حتى الدخول إلى المضخة حيث يكون الضغط مرتفع فتبدأ بالانكماش ثم لا تلبث أن تنفجر مكونة دوياً هائلاً، وبمرور الوقت يحدث التنقير ثم التآكل للريش.
- تآكل الريش مما يؤدي إلى خفض في كثافة المضخة، تقليل كمية التدفق، تأثر الوصـلات وأجـزاء المضخة.

السؤال الثاني: أجب عن المسائل التالية (٦٠ درجة)

١ . احسب التصرف وقطر الأنبوب والسرعة النوعية لمضخة طاردة مركزية سرعة دوران الدافع لها ١٧٥٠ لفة/دقيقة تستخدم في نظام رش ضغط الرشاش به ٢٨٠ كيلوبسكال وفاقد الاحتكاك ٣,٥ م وضاغط السرعة ٠,٥ م ومقدار السحب الاستاتيكي ٣ م أسفل المضخة ومقدار الطرد الاستاتيكي ٢ م أعلى المضخة. والقدرة الداخلة للمضخة ٦,٣٥ كيلووات وكفائتها ٨٠٪ .

الحل

$Q = ?$ $d = ?$ $N_S = ?$ $P_{sp} = 280\ KPa$ $h_f = 3.5\ m$

$N = 1750\ RPM$ $h_v = 0.5\ m$ $H_{ss} = +3\ m$

$H_{sd} = 2\ m$ $BP = 6.35\ KW$ $E = 80\ \%$

الضاغط الاستاتيكي الكلي

$$H_{st} = H_{sd} + H_{ss} = 2 + 3 = 5\ m$$

$$h_p = \frac{P}{\delta} = \frac{280}{9.81} = 28.54\ m$$

الضاغط الديناميكي الكلي

$$TDH = H = H_{st} + h_f + h_v + h_p$$

$$= 5 + 3.5 + 0.5 + 28.54$$

$$= \underline{37.54\ m}$$

حساب تصرف المضخة

$$\because BP = \frac{Q \times H}{102 \times E}$$

$$\therefore 6.35 = \frac{Q \times 37.54}{102 \times 0.80}$$

$$\therefore Q = 13.8\ L/S = \underline{828.17\ L/min}$$

حساب سرعة الرياب

$$\because h_v = \frac{V^2}{2g}$$

$$\therefore 0.5 = \frac{V^2}{2g} \qquad \therefore \underline{V = 3.13\ m/s}$$

قطر الأنبوب

$$\because Q = V \cdot A$$

$$0.0138 = 3.13 \times \frac{\pi}{4} d^2$$

$$\therefore d = 0.075\ m = \underline{75\ mm}$$

حساب السرعة النوعية للمضخة

$$N_S = 0.2108\ N \frac{Q^{0.5}}{H^{0.75}}$$

$$= 0.2108 \times 1750 \times \frac{(828.17)^{0.5}}{(37.54)^{0.75}}$$

= 700 unit

٢. مضخة طاردة مركزية تدور بسرعة ٢٠٠٠ لفة/دقيقة وتعطي تصرف ١٠٠ لتر/ث من المياه عند ضاغط ١٦ م. طول أنبوب السحب ١٠ م وقطرها ٢٠ سم ومعامل الاحتكاك لها ٠,٠٢٥ و ا انحناء معاملـه ٠,٩ ومعامل فاقد الدخول ٠,٦ . والضغط الجوي وضغط بخار الماء عند درجة حرارة التشغيل ١,٠٣ ، ٠,٠٣ كجم/سم٢ على التوالي. حدد الوضع المناسب للمضخة بالنسبة لمنسوب الـسحب مـستخدماً العلاقة التالية بين السرعة النوعية ومعامل التكهف:

السرعة النوعية	١٥٠٠	٣٠٠٠	٥٠٠٠	٦٠٠٠
معامل التكهف	٠,٢٥	٠,٣٢	٠,٥٠	٠,٦٠

الحل

$N = 2000$ RPM $Q = 100$ L/s $H = 16$m TDH

$L_s = 10$ m $d = 20$ cm $f = 0.025$ $K_B = 0.9$

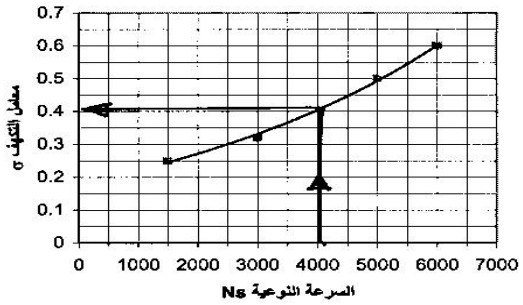
$K_{im} = 0.6$ $P_{atmos} = 1.03$ Kg/cm^2 $h_v = 0.03$ Kg/cm^2

$H_{ss} = Z_s = ?$

$\therefore N_s = 0.2108\ N \frac{Q^{0.5}}{H^{0.75}}$

$= 0.2108 \times 2000 \times \frac{(100\times60)^{0.5}}{(16)^{0.75}}$

$= 4082$ unit



رسم العلاقة بين السرعة النوعية ومعامل التكهف

σ من الرسم نقيم

$\therefore \sigma = 0.41$

ضاغط السحب الصافي الموجب المطلوب للمضخة حتى لا يحدث تكهف

$NPSHR = \sigma H = 0.41 \times 16 = 6.56$ m

سرعة السريان وطاقة السرعة

$V = \frac{Q}{A} = \frac{0.100}{\frac{\pi}{4}(0.20)^2} = 3.18$ m/s $\therefore h_v = \frac{V^2}{2g} = \frac{(3.18)^2}{2g} = 0.52$ m

فاقد الاحتكاك في أنبوب السحب

$h_f = f \frac{L}{d} \frac{V^2}{2g} = 0.025 \times \frac{10}{0.20} \times 0.52 = 0.65$ m

أقصى ارتفاع يمكن وضع المضخة عليه دون حدوث تكهف

$NPSHA = NPSHR = 6.56$ m

$\therefore 6.56 = P_{atm} - Z_{s_{max}} - h_{Ls} - P_v$

$= (1.03 \times 10) - Z_{s_{max}} - [h_f + \frac{V^2}{2g}(0.9 + 0.64 + 1)] - (0.03 \times 10)$

$= 10.3 - (Z_s)_{max} - (0.65 + 1.3) - 0.3$

$= 10.3 - (Z_s)_{max} - 1.95 - 0.3$

$\therefore (Z_s)_{max} = 1.49$ m

$\therefore H_{ss} \leq 1.49$ m

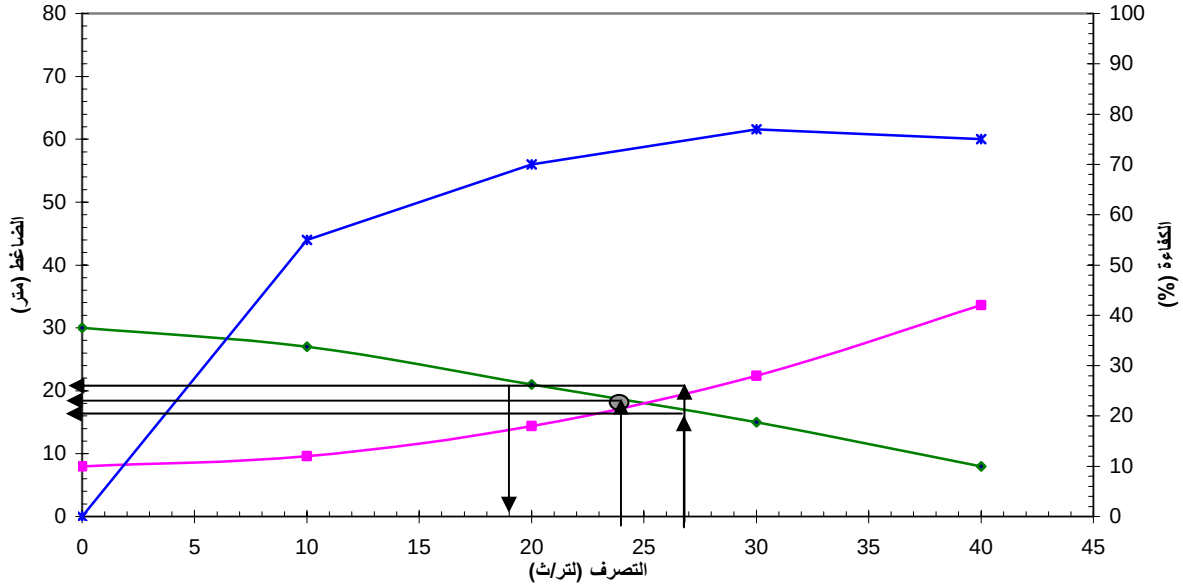
٣ . مضخة طاردة مركزية منحنيات أدائها كالاتي:

التصرف (لتر/ث):	صفر	١٠	٢٠	٣٠	٤٠
الضاغـط (متر):	٣٠	٢٧	٢١	١٥	٨
الكفـاءة (٪):	صفر	٥٥	٧٠	٧٧	٧٥

عندما استخدمت هذه المضخة في خـط أنابيـب معين أعطت ٢٥ لتر/ث عند رفـع استاتيكي ٨ متر فإذا كان المطلوب زيادة التصرف إلى ٢٨ لتر/ث. أحسب أقل عدد من المضخات يلزم استخدامها وبين هل توضع على التوالي أم على التوازي ولماذا ؟

الحل

- نرسم منحنيات أداء المضخة (Q , H_P) و (Q , E_P) من نتائج الجدول المعطى في المسألة.



- نحدد معادلة الأنبوب :

$$H_m = H_{St} + h_f + h_p$$

$$H_{St} = 8m \qquad h_p = 0 \qquad h_{Ls} = 0$$

$$H_m = 8 + h_f$$

$$H_m = 8 + K\,Q^2$$

ومن منحنى المضخة عند $(Q = 25\ lit/sec)$ نجد أن $(H_m = 18\ m)$

نعين قيمة K (باعتبار التصرف م٣/ث)

$$K = \frac{(18-8)}{(0.025)^2} = 16000$$

$$H_m = 8 + 16000\,Q^2$$

نعين الضاغط للأنبوب عند Q تساوي صفر، ١٠، ٢٠، ٣٠، ٤٠ لتر/ث:

Q (lit/sec)	0	10	20	30	40
Hm (m)	8	9.6	14.4	22.4	33.6

نرسم منحنى الأنبوب (Q , H_m)

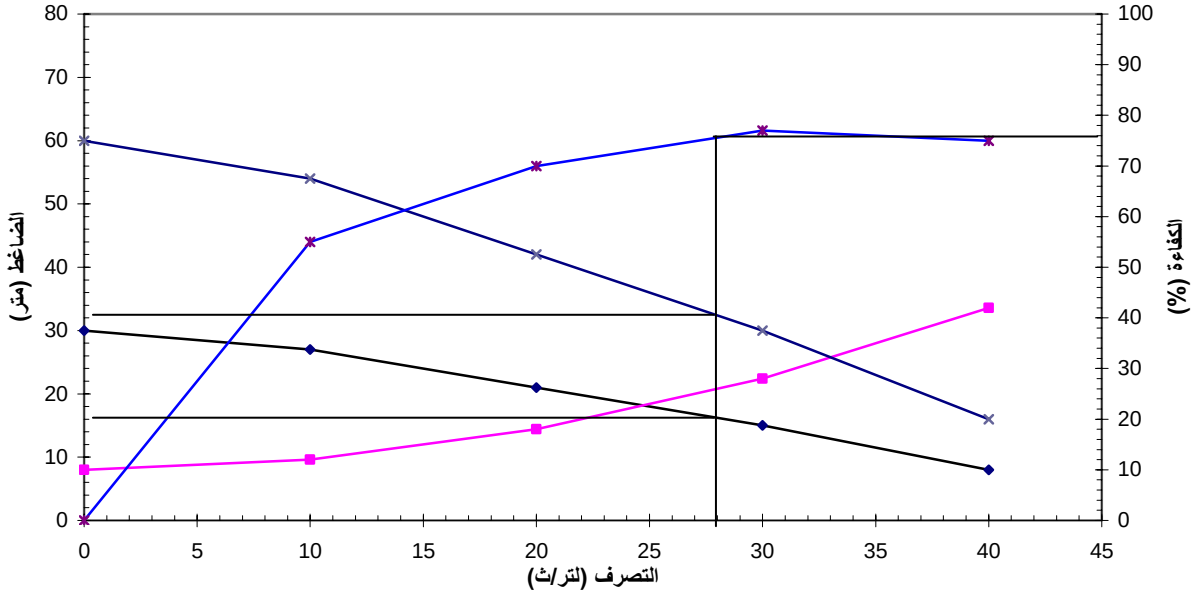
عند زيادة التصرف إلى ٢٨ لتر/ث نجد أن مضخة واحدة لا تكفي حيث أ ا تعطي ضاغط عند هـ ـذا التـ ـصرف مقداره ١٦ متر فقط بينما النظام يحتاج عند تصرف ٢٨ لتر/ث إلى ضاغط مقداره ٢١ متر. بينما المضخة يمكـ ـها أعطاء تصرف ٢٠ لتر/ث فقط بضاغط ٢١ متر.

أولا في **حالة التوصيل على التوالي:**

حيث يتضاعف الضاغط بينما يظل التصرف ثابت ، ولإيجاد عدد المضخات التي يجب توصيلها على التوالي

$$N_{Pump} = \frac{H_{total}}{H_{one}} = \frac{21}{16} = 1.3 = 2$$

نرسم منحنى مضختين على التوالي بمضاعفة الضاغط لنفس قيم التصرف كما بالشكل التالي



من الشكل عند مرور تصرف ٢٨ لتر/ث وهو تصرف المضخة الواحدة وتصرف ا موعـ ـة نجـ ـد أن التصرف والكفاءة والضاغط لكل من المضخة الواحدة وا موعة (مضختين معا):

$Q_{one} = 28\,L/sec$ $\qquad$ $Q_s = 28\,L/sec$

$H_{one} = 16\,m$ $\qquad$ $H_s = 32\,m$

$E_{one} = 76\,\%$ $\qquad$ $E_s = 76\,\%$

نحسب القدرة المطلوبة لكل مضخة

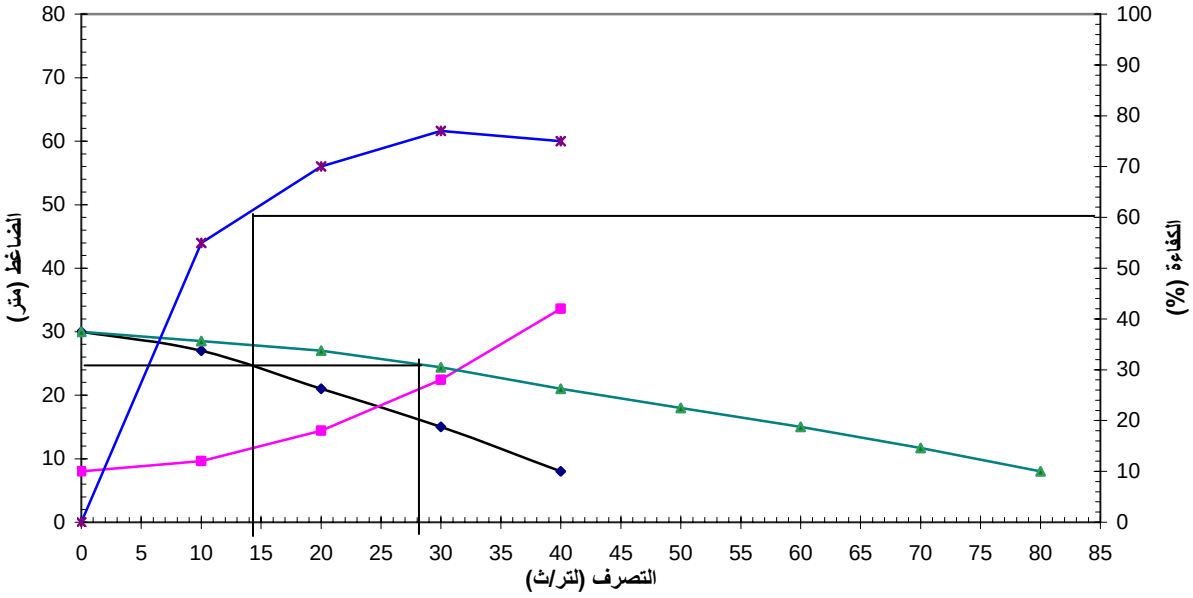
$$BP = \frac{Q \cdot H}{102E} = \frac{28 \times 16}{102 \times 0.76} = 5.78 \ \ kw$$

ثانياً في **حالة التوصيل على التوازي:**

حيث يتضاعف التصرف بينما يظل الضاغط ثابت ، ولإيجاد عدد المضخات التي يجب توصيلها على التوازي

$$N_{Pump} = \frac{Q_{total}}{Q_{one}} = \frac{28}{20} = 1.4 = 2$$

نرسم منحنى مضختين على التوازي بمضاعفة التصرف لنفس قيم الضاغط كما بالشكل التالي



من الشكل عند مرور تصرف كلي ٢٨ لتر/ث وهو تصرف المضختين معا يكـون تـصرف المـضخة الواحدة ١٤ لتر/ث. ومن الشكل نجد أن الكفاءة والضاغط لكل من المـضخة الواحـدة وا موءـة (مضختين معا):

$Q_{one} = 14\,L/sec$ $\qquad$ $Q_P = 28\,L/sec$

$H_{one} = 25\,m$ $\qquad$ $H_P = 25\,m$

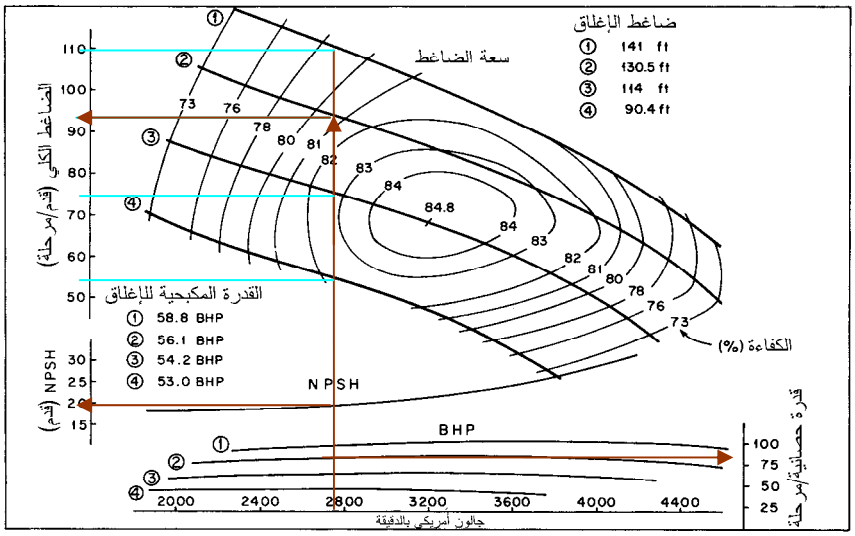
$E_{one} = 60\,\%$ $\qquad$ $E_P = 60\,\%$

نحسب القدرة المطلوبة لكل مضخة

$$BP = \frac{Q \cdot H}{102E} = \frac{14 \times 25}{102 \times 0.60} = 5.72 \ \ kw$$

نقارن القدرة اللازمة للتشغيل في الحالتين **حيث أن عدد المضخات اثنتين سواء** في **التوصيل علـى التـوالي أو التوصيل على التوازي.** نجد **أن مضختين على التوازي أقل** في **القدرة وبالتالي نوصل المضختين على التوازي.**

٤ . نظام ري تصرفه التصميمي ٢٨٠٠ جالون/دقيقة يسحب هذا التصرف بواسطة مضخة تربينيـة رأسـية مرسوم منحنيات أدائها في الشكل التالي. فإذا كان الضاغط الكلي للنظام والسحب من البئر ١٨٠ قدم. أوجد عدد المراحل المناسبة للتصميم ثم أوجد الضاغط الكلي الناتج بالأمتار والقـدرة الكليـة المطلوبـة بالكيلو وات، وضاغط السحب الصافي الموجب المطلوب بالأمتار، والكفاءة الكلية للمضخة.



منحنى الأداء لمضخة تربينية رأسية متعددة المراحل

الحل

من شكل رقم ٤ وعند تصرف ٢٨٠٠ جالون/دقيقة:

وبفرض عدد الوحدات = ١ نحدد الضاغط الكلي لكل مرحلة:

H/stage = 110 ft

فيكون الضاغط الكلي للمضخة ذات مرحلة واحدة:

H_t = 110 ft/stage (1 stage) = 110 ft Ht < Hd أذا الفرض خطأ

وبفرض عدد الوحدات = ٢ نحدد الضاغط الكلي لكل مرحلة:

H/stage = 93 ft

فيكون الضاغط الكلي للمضخة ذات مرحلتين:

H_t = 93 ft/stage (2 stages) = 186 ft Ht > Hd أذا الفرض صحيح

H/stage = 93 ft = 28.35 m Q = 2800 gal/min = 176.63 Lit/sec

من الشكل رقم (٤) وتصرف ٢٨٠٠ جالون/دقيقة وعند مرحلتين نحدد القدرة اللازمة لكل مرحلة:

P/stage = 81 hp (0.7457 kw/hp) = 60.4 kw

فتكون القدرة الكلية للمضخة ذات مرحلتين:

P_T = 60.4 kw/stage (2 stages) = 120.8 kw

من الشكل رقم (٤) وعند تصرف ٢٨٠٠ جالون/دقيقة نحدد ضاغط السحب الصافي الموجب المطلوب:

NPSHR = 19 ft = 5.79 m

من الشكل رقم (٤) وعند تصرف ٢٨٠٠ جالون/دقيقة نحدد الكفاءة الكلية للمضخة ذات مرحلتين:

E = 0.81 = 81 %

ويمكن التأكد من الحل بحساب قدرة التشغيل للمضخة الواحدة:

$$BP = \frac{Q\,H}{102\,E} = \frac{176.63 \times 28.35}{102 \times 0.81} = 60.61\,kw$$