المادة: الري **المرحلة: الثالثة**
المحاضرة الحادية عشر **القسم: التربة والموارد المائية**

ضخ المياه وحساب القدرة للمضخات

عندما لا يكون مستوى الماء من المصدر اعلى من مستوى الارض المراد ريها لابد من القيام بعملية الضخ Irrigation pumping وهي طريقة متبعة في المناطق الجافة خاصةً لطرائق الري الحديثة وكذلك تستخدم المضخات لأغراض البزل.

لقد استعملت قديماً وسائل بدائية لرفع المياه الى الاراضي المرتفعة، اذ اعتمد الانسان على طاقته وطاقة حيواناته كوسائل لتوفير القدرة اللازمة لرفع المياه وسقي المزارع وذلك باستخدام الاخشاب في صنع هذه الآلات البسيطة، حيث استعملت النواعير على نطاق واسع وهي عبارة عن دواليب خشبية، كما استعملت وسائل بسيطة اهمها الدلاء (الكرود) والة اخرى تشبه الشادوف المصري، كما رفعت المياه من الابار باستعمال عجلة خشبية دوارة في اعلى البئر تتصل بالدلاء التي تتحرك صعوداً ونزولاً، اذ تدار هذه الدواليب بقدرة الانسان او الحيوان.

متطلبات القدرة وكفاءة الضخ

يعرف الشغل بانه حاصل ضرب القوة في المسافة.

وتعرف القدرة الميكانيكية بانها الشغل المنجز في وحدة الزمن ويعبر عنها رياضياً بالآتي:

الشغل= القوة × المسافة

$$\text{القدرة} = \frac{\text{الشغل}}{\text{الزمن}} = \frac{\text{القوة} \times \text{المسافة}}{\text{الزمن}}$$

ووحدات القدرة هي: قدم باوند ثا$^{-1}$.

او: م كغم ثا$^{-1}$.

او: القدرة الحصانية.

القدرة الحصانية Horse power : وهي القدرة على انجاز شغل مقداره 550 قدم باوند ثا$^{-1}$ او 33000 قدم باوند دقيقة$^{-1}$ او 76 م كغم ثا$^{-1}$.

وتعرف قدرة الحصان الواحد بانها القدرة على رفع 1 قدم^{3} ثا$^{-1}$ من الماء مسافة عمودية مقدارها 8.8 قدم بكفاءة مقدارها 100 % او القدرة على رفع 1 لتر ثا$^{-1}$ مسافة عمودية مقدارها 76 م بكفاءة مقدارها 100 % أي ان:

$$\text{القدرة الحصانية} = \frac{8.8 \times 62.5 \times 1}{550} = 1 \text{ حصان}$$

او

$$\text{القدرة الحصانية} = \frac{76 \times 1 \times 1}{76} = 1 \text{ حصان}$$

لكن ليس من السهل الحصول على كفاءة مقدارها 100 % لذلك فهي نظرية وتسمى ايضاً القدرة الحصانية المائية Water horse power .

$$WHP = \frac{Qh}{76}$$

حيث ان:
WHP : القدرة الحصانية المائية، حصان.
Q: التصريف، لتر ثا$^{-1}$.
h : ارتفاع الضخ العمودي، م.
ان هذه المعادلة تكون صحيحة عندما تكون الكفاءة 100 %، ولما كان ذلك غير ممكن عملياً بسبب الفقد بالاحتكاك فان لكل مضخة كفاءة ميكانيكية معينة تختلف باختلاف ظروف تشغيلها.
وتعرف الكفاءة الميكانيكية للمضخة Pump efficiency بانها النسبة بين القدرة الخارجة (المستغلة) من المضخة الى القدرة الداخلة (المبذولة) ويطلق على القدرة الداخلة للمضخة بالقدرة الحصانية الكابحة Brake horse power والقدرة الخارجة منها بالقدرة الحصانية المائية:

$$E_P = \frac{WHP}{BHP}$$

اذ ان:
E_P : الكفاءة الميكانيكية للمضخة، %.
WHP : القدرة الحصانية المائية.
BHP : القدرة الحصانية الكابحة.
أي:

$$BHP = \frac{WHP}{E_P} = \frac{Qh}{76\ E_P}$$

اذ ان:
Q: التصريف لتر ثا$^{-1}$.
h: ارتفاع الضخ العمودي، م.

اختيار المضخة

ان اهم عاملين محددين في اختيار المضخة هما:
1- تصريف المضخة، Q.
2- ارتفاع الضخ الكلي ويشمل:
أ- ارتفاع السحب.
ب- ارتفاع الدفع.
جـ - اختلاف منسوب الماء عن مستوى الارض المروية.
حـ - ارتفاع حامل المرشة بالنسبة للري بالرش.
خـ - ضغط التشغيل (الضغط الساكن)
د- ضائعات الاحتكاك.

كما ان هنالك عوامل اخرى مؤثرة في اختيار المضخة هي:
1- التكاليف الابتدائية.
2- نوع الطاقة المتوفرة (كهرباء، ديزل، بنزين، النفط)
3- كمية الطاقة اللازمة وكلفتها.
4- خصائص المضخة ومدى توفرها.
5- الاستعمال الموسمي.
6- فترة وتكرار الري.
7- الاحتياجات المائية المطلوبة.
8- نوع المصادر المائية وتوفرها.
ان معدل الضخ (التصريف) تحدده المساحة المروية ونوع المحصول والاحتياجات المائية ومدد الري ومدة اشتغال المضخة اليومي ويمكن حسابه كالاتي:

$$q = 27.78\ \frac{Ad}{RT}$$

اذ ان:
q : معدل الضخ (التصريف)، لتر ثا$^{-1}$.
A : المساحة المروية، هكتار.
d : عمق الري، سم.
R : فترة المناوبة (الفترة بين ريتين) ، يوم.
T : مدة الاشتغال. ساعة يوم$^{-1}$.

ضائعات الاحتكاك

ان ضائعات الاحتكاك في المضخة والصمامات والانابيب تستهلك طاقة كبيرة، وبسبب هذه الضائعات فان كفاءة الضخ تتراوح عند 75 % في الظروف الجيدة، وقد تنخفض الى 20 % في الظروف الرديئة.
ان تآكل المضخة يؤدي الى خفض كفاءتها، لذلك يجب اختبار هذه الكفاءة بين الحين والاخر ويمكن حساب هذه الطاقة الضائعة والتي يجب اضافتها الى قدرة المضخة عبر جداول معدة لذلك وهي متوفرة في مصادر الري.

الجزء العملي

تمرين1:

مضخة تصريفها 100 لتر ثا$^{-1}$ ترفع الماء 20 م، اذا كانت كفاءة المضخة 70 % وكفاءة المحرك 80 %، احسب كلفة الطاقة الكهربائية لفترة 30 يوم اذا كانت المضخة تشتغل 10 ساعات يوم$^{-1}$، علماً ان كلفة الوحدة الكهربائية الواحدة 20 دينار وما يلزم لتشغيل 1 حصان من الطاقة الكهربائية 0.746 كيلوواط.

الحـــــل:

القدرة الحصانية المائية:

$$\mathrm{WHP} = \frac{\mathrm{Qh}}{76} = \frac{100 \times 20}{76} = 26.32 \text{ horse}$$

القدرة الحصانية الكابحة:

$$\mathrm{BHP} = \frac{\mathrm{WHP}}{\mathrm{E_P}} = \frac{26.32}{0.70} = 37.6 \text{ horse}$$

واذا كانت كفاءة المحرك 100 % فان الطاقة الكهربائية اللازمة لتشغيل المضخة تساوي:

$= 37.6 \times 0.746 = 28$ kw

ولما كانت كفاءة المحرك 80 %

$$= \frac{28}{0.80} = 35 \text{ kw (لكل ساعة)}$$

الطاقة الكهربائية لمدة شهر وبمعدل 10 ساعات:

$$35 \times 10 \times 30 = 10500 \text{ kw}$$

كلفة تشغيل المضخة لمدة شهر بواقع 10 ساعات يومياً:

$= 20 \times 10500 = 210000$ Dinar

تمرين2:

ماهي قابلية الرفع العمودي لمضخة قدرتها الحصانية 8 حصان وتعطي تصريفاً مقداره 30 لتر ثا$^{-1}$ بافتراض انها تشتغل بكفاءة مقدارها 60 %.

الحل:

$$\mathrm{BHP} = \frac{\mathrm{Qh}}{76\ \mathrm{E_P}}$$

$$8 = \frac{\mathrm{h} \times 30}{76 \times 0.60}$$

$$\mathrm{h} = 12.12 \text{ m}$$

تمرين3:

ماهي اقل قدرة حصانية مطلوبة لمحرك يدير مضخة بواسطة حزام ناقل ذو كفاءة مقدارها 95 % وبكفاءة ضخ مقدارها 75 % حيث ترفع المضخة الماء من مصدر مائي لارتفاع قدره

1م ليصب في قناة مبطنة بالكونكريت (معامل الخشونة n= 0.014) وذات مقطع عرضي مستطيل مساحته 4 م^{2} وبانحدار قدره 0.003 م م$^{-1}$، علماً ان المحيط المبتل للقناة 5.64 م.

د. سعد عناد الدليمي