جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة البصرة كلية الزراعة
قسم المكائن والآلات الزراعية

المكائن والآلات الزراعية

Agricultural machinery and equipment

م. د. حسين عبدالكريم صافي

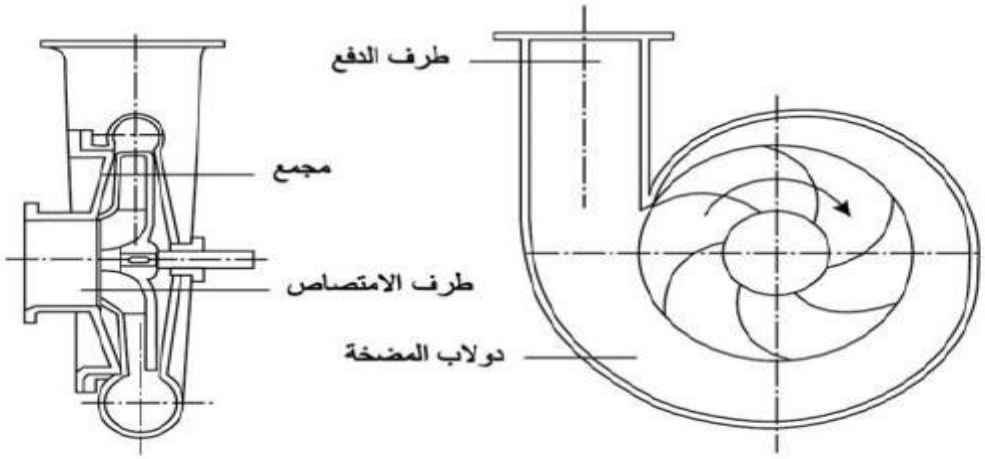
الجزء العملي

المحاضرة السابعة

13. معدات الري:

انواع المضخات المستخدمة في الري:

تتعدد انواع المضخات المستخدمة في الري حسب نوعية الاستخدام والطبيعة المياه وعمقها وظروف كثيرة خرى الا ان اهم الانواع المستخدمة هي: المضخات الانتباذية (شكل 38) والمضخات الهيدروليكية (شكل 39) والمضخات التوربينية (شكل 40) والمضخات الغاطسة (شكل 41).



شكل 38: المضخة الانتباذية.

شكل 39: المضخة الهيدروليكية.

شكل 40: المضخة التوربينية.

شكل 41: المضخة الغاطسة.

خطوات تشغيل المضخة الطاردة المركزية:

1- قبل التشغيل يجري اختبار حرية حركة عمود الادارة بتحريكه باليد في الاتجاه الصحيح للدوران، او بتشغيل المحرك لبضع ثواني وتفحص كراسي التحميل فحصاً دقيقاً للتأكد من نظافتها واحتوائها على قدر كاف من الزيت او التشحيم المناسب.

2- تفتح صمامات الانابيب الثانوية لتبريد كراسي التحميل وصندوق الحشوات.

3- يقفل صمام التحكم على انبوبة الطرد قفلاً تاماً.

4- يدار المحرك وتضبط السرعة المطلوبة.

5- يفتح صمام التحكم تدريجياً حتى يصل التصريف الى قيمته المطلوبة.

6- التاكد من استمرار التسرب المطلوب للتبريد من صناديق الحشو ومراقبة اجهزة القياس وتفضل متابعة هذه الاجهزة دورياً.

وعند ايقاف المضخة ايقافاً طبيعياً يراعى الآتي:

1- يقفل صمام التحكم في التصريف تدريجياً.

2- ايقاف المحرك بسرعة بعد اغلاق الصمام.

لأنه عند ايقاف المحرك فجأة وصمام التحكم مفتوح قد تتولد ضغوط فجائية عالية في انابيب السحب والطرد مما قد يؤدي الى دمارها ومن المحتمل حدوث ذلك اذا كان المحرك يدار كهربائياً عند انقطاع التيار الكهربائي لأي سبب من الاسباب، لذا تزود المضخات بصمام خانق للمضخات التي تعمل محركاتها كهربائياً حيث يفتح الصمام الخانق حتى تدور بسرعة تعادل فقط نصف السرعة العادية في بداية تشغيل المضخة، وبعد التاكد من انّ جميع الاجزاء تعمل كما ينبغي يفتح الصمام كلياً حتى يدور بسرعة الدوران العادية للمضخة.

طرق تصنيف خصائص تشغيل المضخات:

السرعة النوعية:

$$N_s = 0.2108N\ (Q^{0.5}/H^{0.75})$$

N_s: السرعة النوعية وتتراوح قيمتها ما يقارب 500 للمضخة الطاردة المركزية و10000 للمضخة المروحية.

N: سرعة دوران المضخة(دورة بالدقيقة).

Q: تصريف المضخة(لتر/دقيقة).

H: ضاغط الضغط للسريان(متر).

ترتبط السرعة النوعية بعلاقة وثيقة مع أقصى كفاءة تشغيل للمضخة، وكفاءة التشغيل هي النسبة بين القدرة المعطاة من قبل الدافع للماء الى القدرة المعطاة للمضخة، وتزوّد القدرة للمضخة بواسطة محرك يدير عمود المضخة.

مثال: صمم نظام ري حيث كان التصريف المطلوب 1140 لتر/دقيقة على أن يرفع الماء من مصدر سطحي الى حقل يرتفع 30 m لنظام ري بالرش فإذا كانت فواقد الأحتكاك الكلية من مصدر الماء الى الرشاشات تقدّر بحوالي 5 m وضاغط التشغيل المطلوب للرشاشات هو 35 m وتدار المضخة بمحرك سرعة دوران عموده 1750 rpm أوجد:

أ- نوع المضخة المناسبة لمثل هذا التطبيق.

ب- احسب الضاغط الذي يمكن أن تنتجه المضخة المروحية لأقصى قيمة للكفاءة عند نفس معدل التصريف وسرعة دوران العمود. علماً أنَّ السرعة النوعية لها = 10000.

قوانين التشابه:

يرتبط معدل التصريف الحجمي وضاغط التصريف والقدرة المطلوبة لتشغيل المضخة بقطر الدافع وسرعة دوران العمود، العلاقات بين هذه المتغيرات تسمى بقوانين التشابه لأداء المضخة، وهي كالتالي:

1- سعة التصريف مقابل سرعة الدوران:

$$Q_1/Q_2 = N_1/N_2$$

2- سعة التصريف مقابل قطر الدافع:

$$Q_1/Q_2 = D_1/D_2$$

3- ضاغط التصريف مقابل سرعة الدوران:

$$H_1/H_2 = (N_1/N_2)^2$$

4- ضاغط التصريف مقابل قطر الدافع:

$$H_1/H_2 = (D_1/D_2)^2$$

5- القدرة مقابل سرعة الدوران:

$$P_1/P_2 = (N_1/N_2)^2$$

6- القدرة مقابل قطر الدافع:

$$P_1/P_2 = (D_1/D_2)^2$$

مثال: نظام ري له مضخة تصرفها 3000 L/min عند ضاغط كلي يساوي 62 m، قطر الدافع يساوي 25 cm وسرعة دورانه 1750 rpm تحتاج المضخة الى محرك لأدارتها بقدرة 54 hp، إذا تم تعديل نظام الري القائم وذلك بادراج فوهات لها ضغط منخفض والعمل على تخفيض اضافي في فواقد الأحتكاك ولن يتغير معدل التصرف ولكن الضاغط سينخفض الى 50 m فإذا قرر أن تبقى نفس المضخة ولكن بتعديل الدافع ليوافق احتياجات النظام الجديد.

1. احسب قطر الدافع المطلوب لظروف التصريف الجديدة والقدرة الحصانية المطلوبة لتشغيل المضخة المعدّلة.

2. اوجد معدل التصريف الذي يجب ان ينتج بواسطة مضخة اضافية لمقابلة احتياجات التصريف الاصلية عندما يعاد تركيب المضخة المطوّرة.

القدرة: تتناسب القدرة المطلوبة لتشغيل المضخة طردياً مع معدل التصريف وضاغط التصريف والوزن النوعي للمائع وعكسياً مع كفاءة المضخة، ويجب اضافة القدرة الى عمود تحريك المضخة بواسطة محرك حتى يمكن لدافع المضخة أن يضيف القدرة الى الماء عند الكفاءة المناسبة للمضخة وتحسب القدرة تبعا للوحدات المختلفة كما يلي:

$$P = \frac{Q(H)(Sg)}{4634(E)}$$

حيث أنَّ:

P: القدرة مقدرة بالحصان الآلي(hp).

Q: تصريف المضخة (لتر/دقيقة).

H: ضاغط التصريف (متر).

Sg: الوزن النوعي للمائع.

E: كفاءة المضخة.

$$P = \frac{Q(H)(Sg)}{278(E)}$$

Q: تصريف المضخة ($م^3$/ساعة) وتبقى جميع الوحدات الاخرى ثابتة.

$$P = \frac{Q(H)(Sg)}{0.102(E)}$$

P: القدرة(كيلوواط).

Q: تصريف المضخة(م^3/ثانية) وتبقى جميع الوحدات الاخرى ثابتة.

ضاغط السحب الموجب الصافي:

يرتبط ضاغط السحب الصافي الموجب للماء عند جانب السحب للمضخة بضغط البخار للمائع، يكون الضاغط الأصلي الناشئ عن ضغط الهواء الجوي قد انخفض بمقدار ارتفاع جانب السحب للمضخة عن مستوى مصدر الماء وبزيادة ضاغط السرعة وفواقد الأحتكاك في انبوب السحب، فإذا كان ضاغط الضغط المتبقي أقل من ضغط بخار المائع عند درجة حرارة التشغيل عندئذ سيتبخر المائع كلما تسارع بفعل دافع المضخة وحسب قاعدة برنولي توجد علاقة عكسية بين ضاغط الضغط وضاغط السرعة وخلال الدافع عندما يزداد الضغط مرة اخرى الى مستويات أكبر من ضغط البخار تنهار فقاعات البخار مسببة حالة تسمى **بالتكهف**

فالقوى المسببة للتكهف يمكن أن تسبب تدميراً كبيراً للدوافع المعدنية وتجعلها تعمل بكفاءة منخفضة وبأقل من الظروف التصميمية في وقت قصير جداً، وللتأكد من أنَّ المضخة تعمل بناءا على خصائص الأداء المعينة تحدد الشركة الصانعة قيمة لضاغط السحب الصافي الموجب المطلوب ويجب أن تتوفر قيمة هذا الضاغط لكي لا يحدث التكهف لطرف الدافع عند السرعة التصميمية للدوران. هذه الفكرة تعد مهمة للغاية عند تركيب المضخات الطاردة المركزية والتي توضع عادة على ارتفاع فوق مصدر الماء وعلى المهندس المصمم أن يتحقق من ضاغط السحب الصافي الموجب اكبر من المطلوب والمحدد من قبل الشركة المصنِّعة وهذه الحالة يمكن التعبير عنها بالعلاقة التالية:

$$NPSH_a > NPSH_r$$

$NPSH_a$: ضاغط السحب الموجب الصافي المتوفر(متر).

$NPSH_r$: ضاغط السحب الموجب الصافي المطلوب(متر).

ويمكن حساب $NPSH_a$ من العلاقة التالية:

$$NPSH_a = P_{atmos} - Z_s - h_{fs} - p_v$$

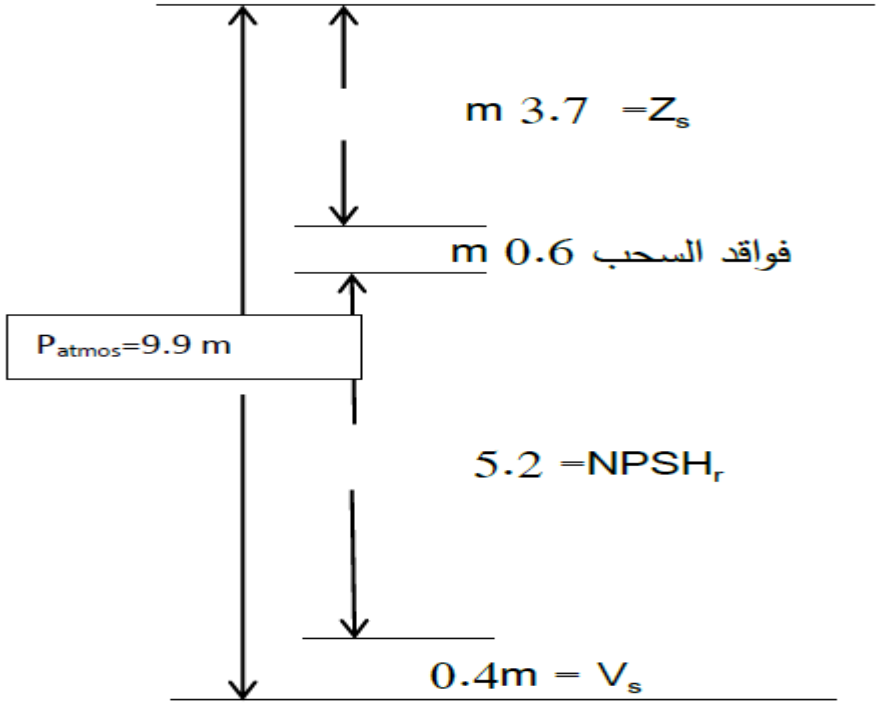
P_{atmos} = ضغط الهواء الجوي(m)

Z_s : ارتفاع السحب السكن(m)

h_{fs}: ضاغط الأحتكاك في جانب السحب للمضخة(m)

p_v: ضغط بخار المائع عند درجة حرارة التشغيل(m)

مثال: يراد تركيب مضخة طاردة مركزية على ارتفاع 400 m حيث يفترض أن تضخ ماء عند درجة حرارة تساوي 30 °C فإذا كان مصدر الماء معرض للضغط الجوي وفواقد الأحتكاك في جانب السحب للمضخة تقدر بحوالي 0.6 m وضاغط السحب الصافي الموجب المطلوب والمحدد من مواصفات الشركة المصنّعة هو 5.2 m احسب اقصى ارتفاع لمركز السحب للمضخة فوق مستوى مصدر الماء إذا علمت أنَّ ضغط الهواء الجوي عند ارتفاع 400 m هو 9.9 m وضغط بخار الماء عند درجة 30 °C هو 0.43 m.



التمثيل البياني لتطبيق ضاغط السحب الصافي الموجب

نظام الضخ:

تحتاج متطلبات التصريف لأنواع مختلفة من نظم الري في بعض الأحيان الى تركيب عدة مضخات مختلفة للحصول على معدلات تصريف وضغوط تصميمية فيمكن ان توضع المضخات على التوالي وهو ما يعني وضعها على نفس الخط بالترتيب، كما يمكن أن توضع على التوازي.

المضخات على التوالي:

تكون المضخات على التوالي عندما يدخل من المضخة الأولى الى مدخل المضخة الثانية او التالية وتكون المسافة عادة بين المضختين محدودة بعدد قليل من الأمتار ويستخدم هذا النوع من التركيب عندما يكون معدل التصرف من المضخة الواحدة كافي ولكن الضاغط المطلوب اكبر من المتوفر من المضخة الواحدة لنتصور انه لدينا مضختين A و b مركبتين على التوالي وتعطيان تصريفين Q_A و Q_B وضاغطين H_A و H_B واحتياجات القدرة هي P_A و P_B المعادلات التالية تمثل علاقات المضخات على التوالي:-

$$Q_{series} = Q_A = Q_B$$

$$H_{series} = H_A + H_B$$

$$P_{series} = P_A + P_B$$

ويمكن تقدير كفاءة نظام الضخ على التوالي كما في المعادلة التالية:

$$E_{series} = Q_{series}(H_A+H_B) / 0.102(P_A+P_B)$$

حيث:

Q_{series}: التصريف m^3/sec

H_A، H_B: ضاغط التصريف m

P_A، P_B : القدرة Kw

مثال: أوجد ضاغط التصريف بالمتر والقدرة الكلية المطلوبة بالكيلو واط والكفاءة الكلية لنظام الضخ لمضختين مركبتين على التوالي الأولى من النموذج 1040A والتي لها دافع قطره 25.4 cm والثانية من النموذج 1230A بقطر دافع 30.48 cm السرعة الدوامية للمضخات هي 1750 rpm، والتصريف الحجمي $0.03155\ m^3/sec$.

المضخات على التوازي:

عندما تدفع أي مضختين أو أكثر التصريف مباشرةً الى انبوب التوزيع فانها تعتبر مضخات على التوازي ويسمح هذا التركيب الذي ينتج ضاغط كافي وتصريف اقل من المطلوب بان تستخدم جميعها بكفاءة أكبر ويمكن للمشغل ان يحصل على مرونة اكثر فيما يتعلق بكمية التدفق في شبكة الانابيب، ففي نظم الري التي

تحتاج معدلات تدفق مختلفة خلال الموسم بسبب الاحتياجات المائية المختلفة للمحاصيل او بسبب تباين مساحات الري التي يمكن ان تستفيد من تركيب المضخات على التوازي.

$$H_{para} = H_A = H_B$$

$$Q_{para} = Q_A + Q_B$$

$$P_{para} = P_A + P_B$$

وتحسب الكفاءة باعتبار ان كلا المضختين تعمل عند نفس ضاغط التصريف:

$$E_{para} = H_{para}(Q_A + Q_B)/0.102(P_A + P_B)$$

مثال: يراد تركيب مضختين على التوازي أحدهما تمثل النموذج 1030A بقطر دافع يساوي 25.4 cm والاخرى تمثل النموذج 1040A بقطر دافع يساوي 25.4 cm فإذا كانت المضختين تعملان بسرعة دوران تساوي 1750 rpm وبضاغط تصريف يساوي 24.384 cm احسب التصريف بالأمتار المكعبة في الثانية والقدرة المطلوبة بالكيلوواط والكفاءة الناتجة لهذه المضخات.