الباب الرابع

الطلمبات والمحابس

obeikandl.com

الفهرس

البنود	الموضوعات	الصفحات
١	أنواع الطلمبات	٢٠٧
٢	طلمبات الأزاحة	٢٠٨
٣	طلمبات الطرد المركزى	٢١٨
٤	طلمبة البثق	٢٥٣
٥	طلمبة الرفع الهوائى	٢٥٥
٦	أنواع المحابس	٢٦١
٧	حنفية الحريق	٢٧٦
٨	أوضاع المحابس	٢٧٧
٩	استخدام المحابس	٢٧٨

obeikandl.com

١- أنواع الطلمبات

أ- حالات إستخدام الطلبات:

وظيفة الطلمبة هو رفع المياه أو أى سائل الى منسوب أعلا أو الى ضغط أعلى. وفى مجال المياه تستخدم الطلمبات فى الحالات الآتية:

- عند مصدر المياه لرفع المياه من المجرى المائى أو النهر أو البئر... الخ. ثم ضخ المياه الى عمليات التنقيه والمعالجة.
- فى عمليات الغسيل للمرشحات وزيادة كفاءة المرشحات
- فى ضخ المحاليل الكيماويه فى محطة المعالجة
- لملىء خزانات المياه العلويه أو الخزانات الأرضية
- لزيادة الضغط فى خطوط المياه
- فى ضخ المياه المعالجة لتوزيعها.
- عند تصميم محطة المعالجة يراعى ضخ المياه من المصدر وتجميعها فى أحواض تخزين على أعلى نقطة فى موقع المحطة بما يسمح للمياه بالتدفق بالجاذبيه خلال مراحل المعالجة حيث تجمع أخيرا فى خزانات المياه المعالجة. ثم الى الشبكة اما بالجاذبيه أو بالضخ طبقا للمنسوب ما بين التجمع السكنى ومحطة التنقية. فى حالة سحب المياه الجوفيه فإنها ترفع بالضخ أما الى محطة المعالجة أو مباشرة الى الخزانات العلويه ثم الى الشبكة.

ب- تقسيم الطلمبات:

جميع الطلمبات يتم تصنيفها طبقا للآتى:

(١) التصنيف طبقا لنظام الأداء

(أ) طلمبات الازاحة Displacement Pumps

(ب) طلمبات الطرد المركزى Contrifugl Pumps

(جـ) طلمبات الرفع الهوائى Airlift Pumps

obeikandi.com

(٢) التصنيف طبقا للطاقة المستخدمة

(أ) طلمبات تعمل بالطاقة الكهربية

(ب) طلمبات تعمل بالبنزين

(جـ) طلمبات تعمل بالبخار

(د) طلمبات تعمل بالديزل

(٣) التصنيف طبقا للأداء:

(أ) طلبمات الرفع المنخفض Low lift Pumps

(ب)طلمبات الرفع العالى HighLift Pumps

(جـ) طلمبات الآبار العميقة Deep well Pumps

(د) طلمبات الضغط Booster Pumps

(هـ) الطلمبات الاحتياط Stand by Pumps

٢- طلمبات الإزاحة:

فى هذا النوع من الطلمبات يحدث تفريغ ميكانيكى بواسطة الأجزاء المتحركة فى الطلمبة. عند التفريغ تسحب المياه الى داخل الطلمبه ثم عند عوده الأجزاء الميكانيكيه للطلمبه تحدث إزاحة والدفع خارج الغرفه خلال ماسوره أو محبس، تمنع عودة المياه ثانيه بواسطة محبس مناسب. الآتى بعدهما النوعين الرئيسين لطلمبات الإزاحة.

أ – الطلمبات الترديه Reciprocating Pumps

ب – الطلمبات الدواره Rotary Pumps

الطلمبات الترددية (ذات الكبس):

الطلمبات الترديه أنواعها كالآتى:

(١) طلمبات ترديه يدويه

obeikandl.com

(٢) طلمبات ترددیه للآبار العمیقه تعمل بالطاقة

(٣) الطلمبه الترددیه الماصة، الكابسة

(٤) الطلمبه الترددیه الرافعه

(٥) الطلمبه الماصه الكابسه المزدوجه

(٦) طلمبه الرداخ الترددیه

الطلمبات الترددیه الیدویه:

(١) الطلمبات الترددیه الیدویه: شكل (٩٧)

یتكون هذا النوع من الطلمبات من ماسورة سحب مزوده بمصفاه فى نهایتها تعلوها أسطوانة من سبیكة النحاس (Gun Matal)، مكبس یتحرك لأعلى ولأسفل بواسطة ید التشغیل. عند رفع المكبس یحدث تفریغ فى الأسطوانة أسفل المكبس وبذا یفتح محبس عدم الرجوع (V_1) ثم تدخل المیاه الى الأسطوانة. ثم عند خفض المكبس فإن محبس عدم الرجوع (V_1) یقفل والمحبس (V_2) (محبس المكبس) یفتح وتدخل المیاه الى الفراغ أعلا المكبس. فى هذه الطریقة عند الكبس الى أسفل تدخل المیاه أعلا المكبس وعند الكبس الى أعلا فإن المیاه تتحرك لأعلى ثم تتدفق من فتحة الخروج. هذه الطلمبه یمكن أن تعطى تدفق مستمر للمیاه الذى یسحب من جوف الأرض خلال مصفاه التى تزیل الرمال والمواد العالقة إلى درجة مناسبة. یستخدم هذا النوع من الطلمبات عندما یكون خط المیاه على عمق ٦ متر أو أقل من منسوب سطح الأرض.

(٢) الطلمبة الترددیه للآبار العمیقة التي تعمل بالطاقة: شكل (٩٨)

هذه الطلمبه تشبه الطلمبه الترددیه التى تعمل یدویا، مع الإختلاف فى أن المكبس یظل أسفل منسوب خط المیاه لضمان التحضیر للطلمبه وأنها تعمل بالطاقة بدلا من التشغیل الیدوى.

الشكل (٩٨) یوضح هذا النوع من الطلمبات. یستخدم هذا النوع من الطلمبات لرفع المیاه عندما یزید عمق خط المیاه بالنسبة لسطح الأرض عن ٦ متر. عندما تكون الأسطوانة

أسفل خط المياه، فإن هذه الطلمبات لها قدرة أن ترفع المياه. لا توجد ماسورة سحب فى هذا النوع من الطلمبات حيث أن المصفاه متصله مباشرة بالأسطوانة. فى بعض الأماكن تكون الأسطوانه ٦ متر فوق خط المياه داخل التربه. قد يضاف محبس عدم رجوع بين ماسورة السحب (فى حالة وجودها) لزيادة طاقة السحب للطلمبات. يمكن لهذه الطلمبة رفع المياه من الآبار العميقه حتى عمق ١٨٠ متر أو أكثر.

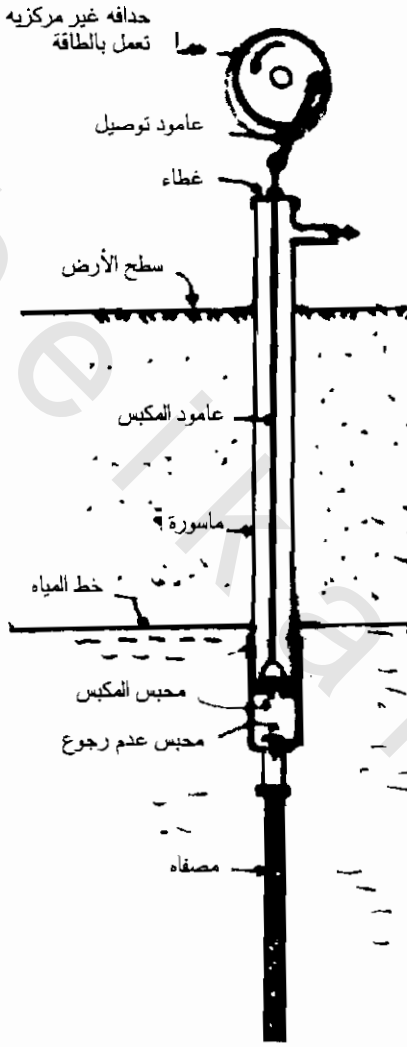
(٣) الطلمبه الترددیه الماصة الكابسة: شكل (٩٩)

تعمل هذه الطلمبه على نصف الدوره فقط فيسحب الماء خلال صمام السحب الى الأسطوانة فى الجزء الأول من حركة المكبس ثم يضغط فى الماسورة الصاعدة عند رجوعه الى أول الشوط مرة أخرى. عيب هذا النوع ينحصر فى انعكاس حركة المياه فى كل شوط بما يؤدى الى فقد الطاقة وإلى حدوث صدمات مضره وفقد فى الطاقة. ولهذا لتقليل هذه الانعكاسات يجب ألا تزيد سرعة المكبس فى المضخات التى طول مشوارها من ١٠ – ١٢″ عن ١٠٠ قدم/ق ولكنها تزيد الى ٣٠٠– ٤٠٠ قدم فى الدقيقة فى المضخات الكبيره. وهذه المشكلة يمكن التغلب عليها جزئيا باستخدام المضخة الماصه الكابسة المزدوجة.

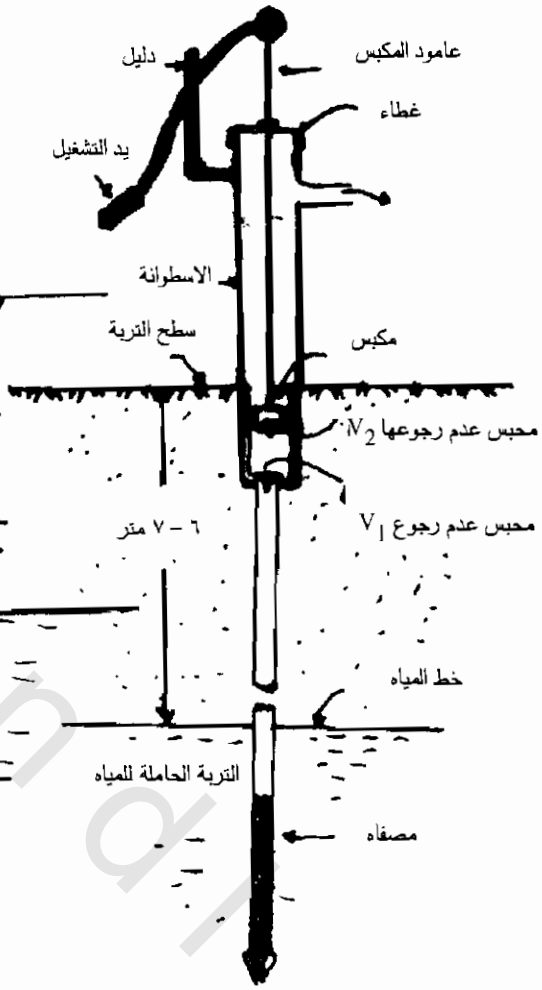
(٤) المضخة الماصه الكابسة المزدوجة

(Doulbe ActingReciprocating Pump) شكل (١٠٠)

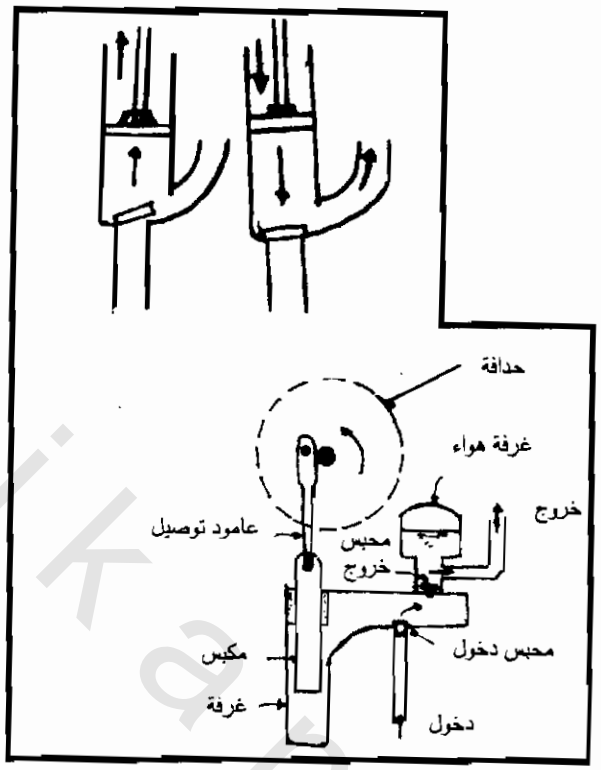
فى هذا النوع تدخل المياه الى ماسورة الطرد فى كل من الشوطين ولهذا سمى مزدوجا. فى شوط هبوط المكبس يغلق صمام السحب السفلى ويفتح العلوى ويضغط الماء فى ماسورة الطرد خلال الصمام السفلى وفى أثناء ذلك يسحب الماء الى جسم المضخة بالصمام العلوى. وهذا النوع شائع الاستعمال. يمكن الحصول على سرعة منتظمه تقريبا بإستعمال مضختين أو ثلاث تعمل على محور واحد بحيث تعمل المحاور مع بعضها زوايا قدرها ١٨٠°م فى حالة المضختين أو ١٣٠° فى حالة الثلاث مضخات. كما يجب ألا يزيد عمق المياه المراد سحبها مقاسا من المضخة عن ٧ متر باعتبار أن الضغط الجوى ١٠ متر. لا يمكن تشغيل المضخة إلا بعد سحب الهواء (والذى يسمى تحضير الطلمبه). ومن المتبع ألا يزيد عمق المياه عن ٣ متر فى الطلمبات الصغرى، ٤ متر فى الطلمبات الكبيرة.



شكل (٩٨) طلمبه ترددیه
تعمل بالطاقة أو يدويا



شكل (٩٧) طلمبه ترددیه
يدويه وتسمى طلمبه حبشيه



شكل (٩٩) الطلمبه الترددیه الماصة / الكابسة

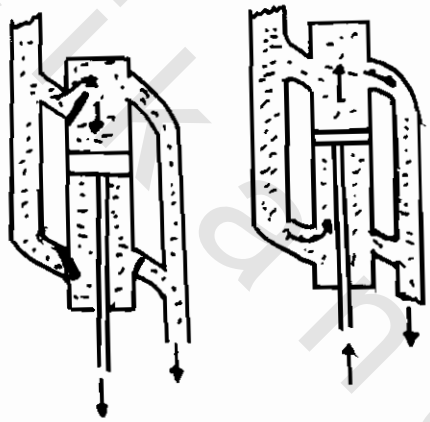
(٥) الطلمبه الماصة الرافعة: شكل (١٠١)

وهذه مشابهة فى الجزء العلوى للطلمبه الماصة إلا أن الجزء العلوى عباره عن ماسوره صاعده عليها صمام يفتح عند حركة المكبس لأعلى فتؤدى هذه الحركة عمليتين وهما سحب المياه من الماسورة الى جسم الطلمبه ورفعه فوق المكبس داخل ماسورة الطرد. وعند هبوط المكبس تغلق جميع الصمامات ماعدا صمام المكبس الذى يفتح لمرور الماء من الممر الى الحيز الواقع فوق جسم الطلمبه. وتستعمل هذه الطلمبه عندما يراد رفع المياه الى خزان علوى. فى حالة وضع ماسورة السحب فى بياره يجب تركيب مصفاه. وتستخدم إما طلمبه ترددیه يدويه أو طلمبه يدويه للآبار العميقه (أو تعمل بالطاقة).

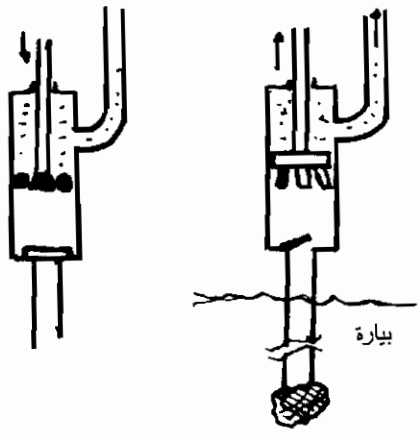
(٦) - مضخة الرداخ (الغشاء) الترددية موجبه الازاحة:

(Diaphragm Pump) شكل (١٠٢)

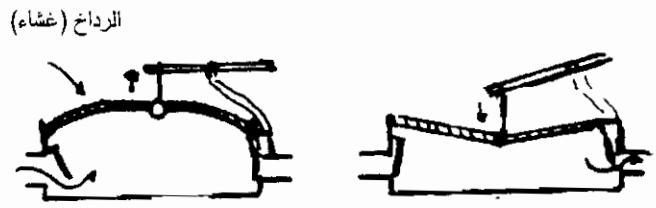
مضخات الرداخ هى مضخات موجبه الازاحة. الجزء الرئيسى للطلمبه هو الرداخ. وهو قرص مرن مصنوع من المطاط أو من معدن. ويجهز مدخل ومخرج الطلمبه بمحبس عدم رجوع. نهايات الرداخ مثبته فى طرف غرفه المياه ووسط الرداخ يكون مرن. العامود المثبت فى الوسط يحرك الرداخ لأعلى ولاسفل- عند رفع الرداخ.



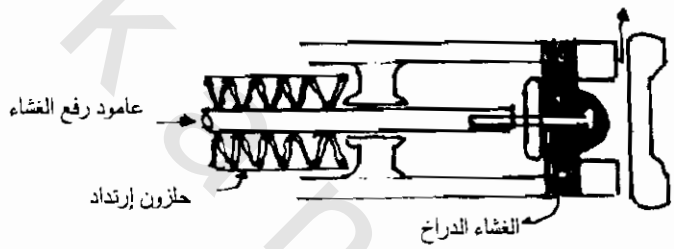
شكل (١٠٠) الطلمبه الماصة الكابسة المزدوجة



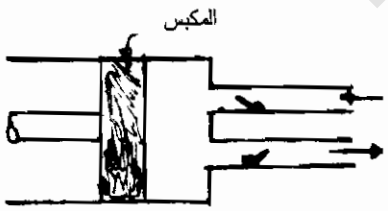
شكل (١٠١) الطلمبه الماصة الرافعة:



شكل (١٠٢- أ) طلمبه الرداخ الترددية

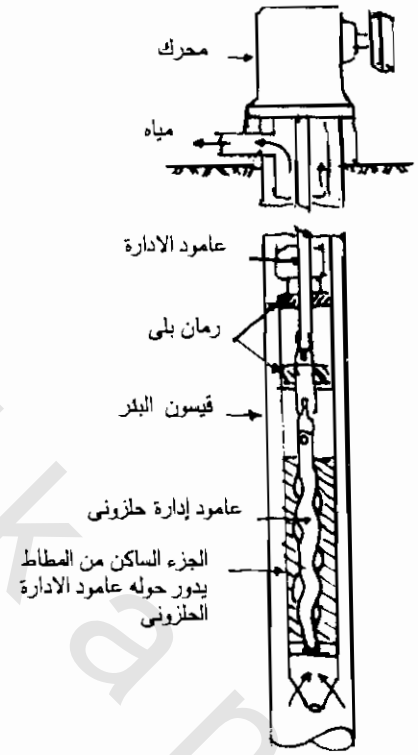


شكل (١٠٢- ب)
طلمبه الغشاء

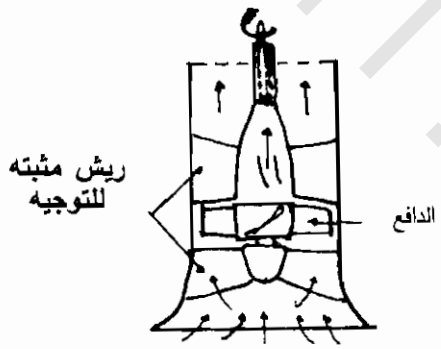


شكل (١٠٣) المضخة ذات الكباس

obeikandl.com



شكل (١٠٤) طلمبه العامود الحلزوني



شكل (١٠٥) طلمبه التدفق المحورى

obeikandl.com

(٧) الطلمبه ذات الكباس: Piston Pumps

وهذه الطلمبات تعمل بتفريغ الأسطوانة عند سحب الكباس. بعد دخول المياه للأسطوانه تدفع الى فتحة الخروج من خلال الدوره التالية للكباس. بها محابس لتنظيم التدفق. تستخدم للتغذية بالكيماويات أثقل من الماء مثل الشبه. شكل (١٠٣).

المياه تدخل خلال محبس الدخول وعند ضغطه الى أسفل فإن المياه تخرج خلال محبس الخروج . سرعة الضخ حوالى ٥٠- ٧٠ مشوار فى الدقيقة. وهذه الطلمبات ذاتيه التضير. وتستخدم هذه الطلمبات فى التجمعات الصغيره لتوفير المياه.

الطلمبات الدوارة (Rotary Pumps)

(٨) الطلمبه ذات عامود الدوران الحلزوني: شكل (١٠٤)

الطلمبه ذات عامود الدوران الحلزونى تتكون من العامود الحلزونى الذى يدور بداخل بطانه حلزونيه ذات تجاويف مزدوجة تقابل تجاويف حلزون العامود عند دورانه. السطح الحلزونى يدفع المياه لأعلى مع وجود تدفق منتظم. معدل إنتاج المياه يتناسب مع سرعة الدوران، ويمكن تغييره بسهولة: طلمبه عامود الادارة الحلزونى لا تحتاج الى محابس وتستخدم فى الآبار بأقطار ٤ أو أكثر. رغم إرتفاع التكلفة فإن هذه المضخة أثبتت كفاءة. المحرك فى هذه الطلمبات يوجد على سطح الأرض (خارج البئر أو البياره).

(٩) الطلمبه ذات التدفق المحوري: شكل (١٠٥) Axial Flow Pump

فى هذه الطلمبه ذات التدفق المحورى. تركب ريش على دافع أو عجلة التى تدور فى وعاء مغلق ثابت يسمى القيسون (Casing) شكل (١٠٥) وعمل الطلمبه هو الرفع الميكانيكى للمياه بواسطة الدافع الدوار. الريش الثابته التى توجه المياه تؤكد تدفق المياه وليس له سرعة دوران عند الدخول أو ترك الدافع.

(١٠) **الطلمبه الدواره:** شكل (١٠٦) Rotary Pump

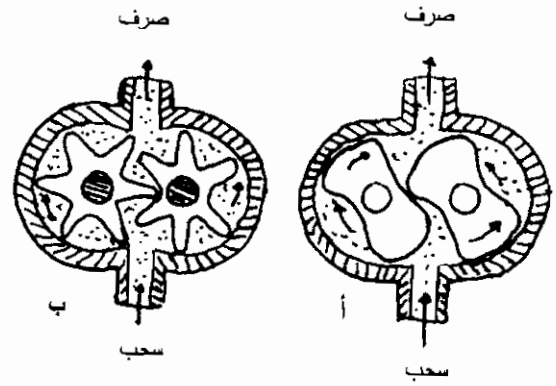
الشكل (١٠٦) يوضح المقاطع لنموذجين من الطلمبات الدواره. يحدث تصرف للمياه بصفه مستمره بدون صمامات السحب أو الطرد. تتكون من غرفه الطلمبه التى تحتوى على ترسين لهما حركة دائرية عكسية (فى الاتجاه لأسفل) تتلاصق تروسهما (بدون تلامس)، وتبتعد مع إلتصاقهما بحائط غرفة المضخة فيسحب الماء نتيجة لذلك بصفة مستمرة ثم يضغط فى نفس الوقت إلى ماسورة الطرد حيث يحدث تفريغ جزئى على جانب السحب. وتتوقف قوة التفريغ على إحكام الأجزاء. المضخات الدواره غير مناسبة لضخ المياه المحتويه على مواد صلبه عالقة وذلك بسبب التقارب الشديد للتروس بغرفة الطلمبه (ولا يستخدم فى الصرف الصحى الخام ويمتاز هذا النوع ببساطة أجزائه وانتظام تصرفه ومتانته ولا يصلح للتصرفات الكبيرة. كفاءه هذه الطلمبات ما بين ٨٠- ٨٥٪.

مزايا المضخات الدوارة

- لا تحتاج الى تحضير حيث أنها ذاتيه التحضير. ونظرا لهذه الميزة فإنها تستخدم فى تحضير مضخات الطرد المركزى الكبيره أو المضخات الترددیه.
- كفاءة هذه الطلمبات عند الرفع المنخفض أو المتوسط حتى تدفق ٢٠٠٠ لتر/ ق.
- ليس لها محابس وسهلة التركيب والصيانة مقارنة بالطلمبات الترددیه.
- توفر تدفق ثابت ومنتظم بدون نبضات أو إضطراب.
- يمكن إستخدامها بسهولة لتوفير المياه لمنشأ مستقل وللحماية من الحريق.

عيوب المضخات الدوارة.

- التكاليف الأولية مرتفعة
- تكاليف الصيانة مرتفعة نظرا للتآكل بالبرى للكامات والتروس
- لا تصلح لضخ مياه بها مواد صلبه عالقة نظرا لأن البرى والاحتكاك بسبب المواد العالقة يتلف الالتصاق بين الكامات والغرفه.



شكل (١٠٦) الطلمبه الدواره (أ) بالكامة، (ب) بالتروس Rotary PumP

٣- طلمبات الطرد المركزي (المروحية): (Centrifugal Pumps)

جميع أنواع طلمبات الطرد المركزى تتوقف على قوة الطرد المركزى فى عملها. قوة الطرد المركزى تعمل على حركة الجسم فى ممر دائرى، بما يدفعه بعيدا عن المحور أو نقطة المركز للدائرة لمسار الجسم الدوار.

قواعد أساسية:

الأجزاء الدواره داخل غرفة (Casing) طلمبه الطرد المركزى توفر حركة دوران سريعة لكتله المياه فى غرفة الطلمبه، ولهذا فإن المياه تدفع خارج الغرفة بواسطة الطرد المركزى الى مخرج التصرف. الفراغ الناتج عندئذ يمكن الضغط الجوى لدفع مياه إضافيه الى الغرفة خلال فتحة الدخول. تستمر العملية طالما تتوفر حركة للدافع، وطالما توفر الامداد بالمياه. فى طلمبه الطرد المركزى الريش أو الدافع الدوار داخل الغرفة المغلقة يسحب السائل الى الطلمبه خلال فتحة الدخول فى المركز وبواسطة قوة الطرد المركزى فإنه يتم طرد السائل للخارج خلال فتحة الخروج على جانب غرفة الطلمبه.

مبادىء عمل طلمبه الطرد المركزى موضح فى الشكل (١٠٧)، الشكل (١٠٨). فى حالة تركيب إناء أسطوانى به ريش A، C (لتدوير السائل عند دوران الإناء) على عامود إدارة مزود ببكره لتدوير الاناء بسرعة عاليه، تعمل قوة طرد مركزى على الماء (الذى يدور

بسرعة عالية) لتضغط على المياه الى الخارج نحو جدار الإناء. وهذا يجعل المياه تضغط بشدة الى الخارج، نظرا لأنه لا يمكن أن تتحرك خارج جدار الاناء، الضغط يدفع المياه الى الخارج، بما يسبب تدفقها بينما المياه القريبه من مركز الإناء تنجذب إلى أسفل. الضغط الجوى يدفع المياه إلى أسفل، نظرا لحدوث تفريغ قرب المركز مع تحرك المياه الى الخارج فى إتجاه أجناب الاناء. يمكن الملاحظة من الشكل (١٠٧) أن المياه قد إرتفعت مسافة 'DD. نظرا لأن المياه المتدفقه أعلى الإناء ذات سرعة عاليه تساوى سرعة الحافة، طاقة الحركة التى تولدت تفقد إلا فى حالة وجود نظام لاستقبال المياه وتوفر إمداد إضافى بالمياه. شكل (١٠٨). فى هذا الشكل يوجد إناء لاستقبال المياه الخارجة وكذلك خزان للإمداد بالمياه مرتبط بعامود إدارة مفرغ لامداد الاناء بالماء. بدلا من تدوير الاناء، يمكن تدوير الريش فقط للحصول على نفس النتيجة.

الطلمبه ذات الريش المستقيمة (Straight Vanes)

فى أول طلمبه عملية للطرد المركزى. بنى الدافع بريش مستقيمه (محيطيه) شكل (١٠٩). مكونات الطلمبه هى: الدافع أو الجزء الدوار، الغرفة المحيطه بالجزء الدوار. تدخل المياه من فتحة الدخول فى مركز الدافع حيث تدور بواسطة الريش الدوارة للدافع. دوران المياه بالتالى يولد قوة طرد مركزى تسبب ضغط على المحيط الخارجى للدافع. وعند حدوث التدفق تمر المياه الى الخارج من الدافع بسرعة عالية وضغط عالى الى الممر المتسع بالتدريج للغرفة ثم خلال وصلة الصرف الى حيث تستخدم المياه.

الطلمبة ذات الريش المنحنيه (Curved Vanes)

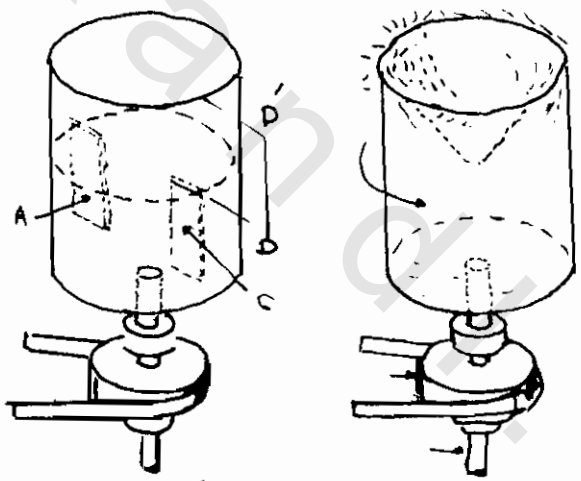
إستخدمت الريش المنحنية فى إنجلترا عام ١٨٤٩. الغطاء والأجزاء الداخلية لطلمبه الطرد المركزى لهم ريش منحنيه، تسمى عادة الطلمبه الحلزونيه (Volute Pump)، شكل (١١٠). ماسورة الدخول A موصلة بالغطاء توجه الماء الى فتحة العين B للدافع الدوار. الريش المنحنيه C للدافع توجه المياه من العين B إلى ناحية الصرف D، حيث تتحرك المياه فى ممر حلزونى. مع دوران الدافع تتحرك المياه نحو إتجاه الصرف ثم تدخل الممر الحلزونى E حيث تجمع من حول الدافع وتوجه الى وصلة الخروج F.

الحلـزون: Volute

الحلزون هو المنحنى الذى يلتف حول وباستمرار ويبتعد عن المركز. وهو حلزون يقع فى سطح منفرد (مقارنة بالحلزون القمعى). الحلزون هو الشكل الداخلى للغطاء أو الغرفة التى تحيط بالدافع لطلمبه الطرد المركزى ذات النوع الحلزونى (Volute). الشكل الحلزونى للغطاء يتناسب للحصول على سرعة تدفق متساوى حول المحيط وللخفض المتدرج لسرعة السائل مع تدفقه من الدافع الى الصرف. والغرض من هذا التنظيم هو تحويل السرعة الى ضغط.

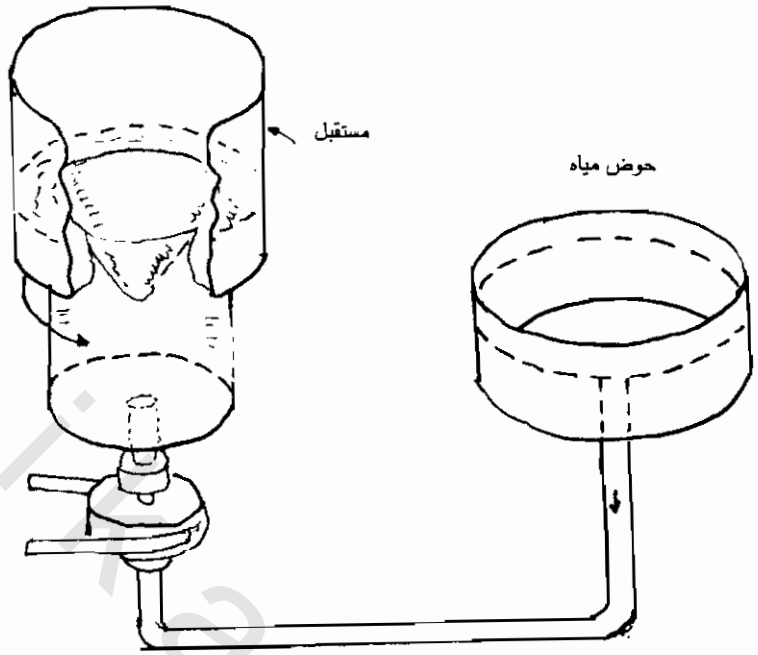
إنحنا. ريش الدافع:

الطريقه السهلة والبسيطه لوصف إنحناء الريش للدافع للأقطار الكبيره ولرفع ٢٠ متراً أو أكثر كما هو موضح فى الشكل (١١١).

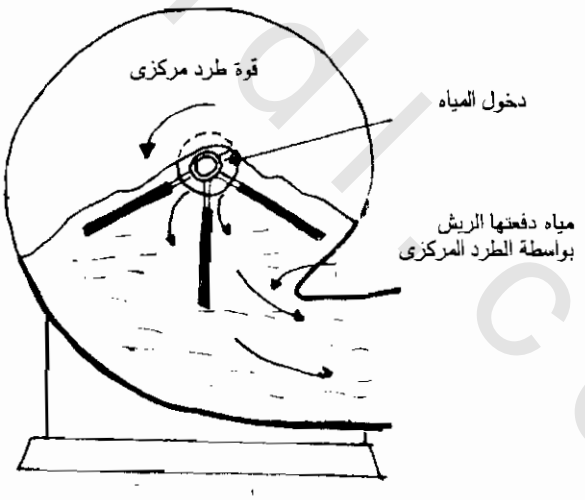


شكل (١٠٧)

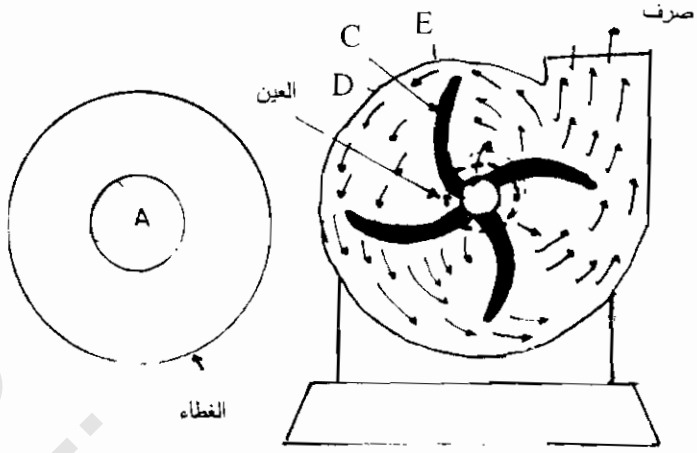
المبادىء الأساسية لطلمبه الطرد المركزى. الريش المحيطيه A، C تسبب دوران السائل عند دوران الأسطوانة (على اليسار). قوة الطرد المركزى تدفع السائل الى الخارج فى إتجاه جدار الأسطوانة ثم الى أعلا بما يسبب التدفق للخارج عند دوران الأسطوانة بسرعة عالية (اليمين)



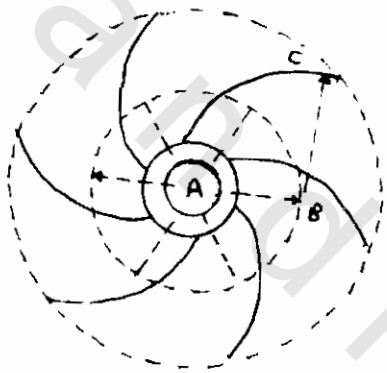
شكل (١٠٨) مخطط لنموذج طلمبه طرد مركزى بالمستقبل وحوض التغذية بالمياه



شكل (١٠٩) مبادىء طلمبه الطرد المركزى



شكل (١١٠) مكونات طلمبه الطرد المركزى الغطاء (اليسار) ومقطع فى الطلمبه المسمى عادة طلمبه حلزونيه يسبب عطل الغطاء أو الغرفة



شكل (١١١) الريش المنحنيه للدافع

- تقسم الدائرة الى عدد من الأزرع ٦٠ مثلا
- قسم كل نصف قطر
- باستخدام النقطة B كمركز ونصف القطر BC، توصف المنحنيات التى تمثل الأوجه الفعالة للريش.

التقسيم الأساسي:

التقسيم الأساسى لطلمبات الطرد المركزى يتم أساسا طبقا للاعتبارات التالية:

- المأخذ منفر أو مزدوج السحب.
- منفرد أو مزدوج المرحلة.
- المخرج حجم ضخم (ضغط منخفض)، حجم متوسط (ضغط متوسط) حجم صغير (ضغط مرتفع).
- الدافع شكل الريش،عدد الأزرع، الغطاء... الخ.

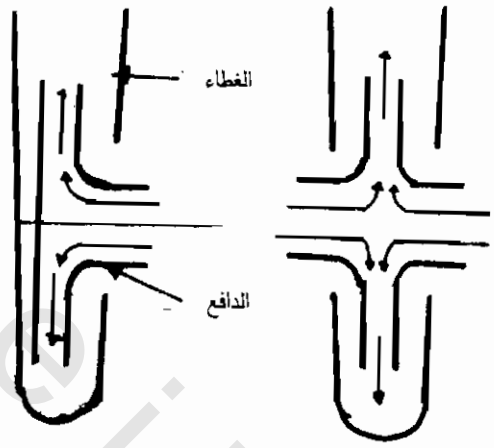
الطلمبه ذات المرحلة الواحدة: Single Stage Pump

يستخدم هذا النوع من المضخات للرفع لمستوى متوسط. الضغط الناتج عن الدافع المفرد هو دلالة للسرعة. فى بعض الحالات يمكن الرفع حتى ٢٥٠ متر بدافع من مرحلة واحدة ولكن من الناحية العملية فعند الدفع لأكثر من ١٠٠ متر تستخدم الطلمبه متعددة المراحل، دخول المياه من جهة واحدة (Single Admission) يمكن أن يتوفر فى حالة المرحلة الواحدة أو المرحلتين وكذلك دخول المياه من جهتين (Double Admission) للطلمبات قد يكون للمرحلة الواحد أو للمرحلتين شكل (١١٢).

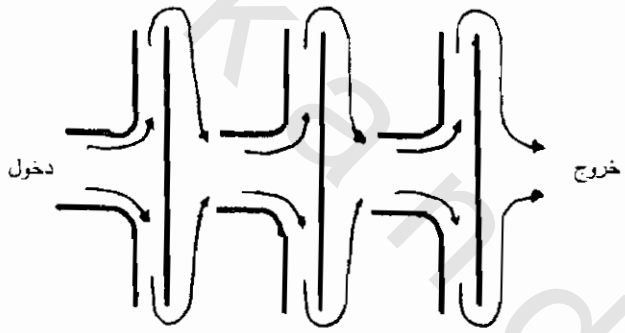
العيب الرئيسى لدخول المياه من جهة واحدة للطلمبه هو أن الرفع الذى يمكن تحقيقه بالضخ يكون محدود. تستخدم الطلمبات ذات دخول المياه من جهتين لضخ كميات المياه الكبيرة لارتفاعات متوسطة- الميزه الأخرى لدخول المياه من جهتين هو إتزان الدافع هيدروليكيا فى إتجاه محورى وذلك لأن الضغط من جهة الدخول من أحد الجهات يتم مقابلته بالضغط الناتج لدخول المياه من الجهة الأخرى ويحدث الإتزان للدافع.

الطلمبه متعددة المراحل: (Multistage Pump)

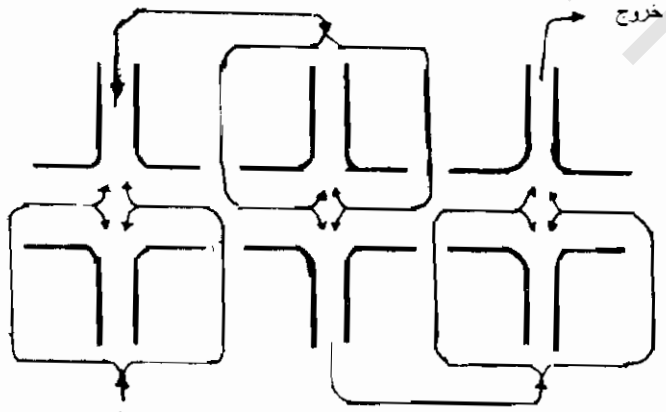
طلمبه الطرد المركزى متعددة المراحل هى طلمبه ضغط عالى أو الرفع العالى، وهى تتكون من مرحلتين أو أكثر وذلك طبقا لقيمه الرفع المطلوب. كل مرحلة هى أساسا طلمبه



شكل (١١٢) الدخول من جانب واحد ومن جانبين لطلمبه طرد مركزى ذات مرحلة واحدة موضحا مسار تدفق المياه



(أ) دخول من جانب واحد



(ب) دخول من جانبين

شكل (١١٣ أ، ب) مسار تدفق السائل) فى حالة الدخول من جانب واحد وفى حالة الدخول من جانبين للدافعات متعددة المراحل

منفصله، ولكنهم فى نفس الوعاء (الغطاء) والدوافع متصله بنفس عامود الادارة. وقد تصل عدد المراحل حتى ٨ مراحل فى وعاء واحد (Single Housing). المرحلة الأولى تستقبل المياه مباشرة من المصدر خلال ماسورة الدخول، يزداد الضغط حتى الوصول الى الضغط الصحيح للمرحلة الواحدة. ثم تمر المياه الى المرحلة التاليه. فى كل مرحلة تاليه، يزداد الضغط حتى وصول المياه الى المرحلة النهائية عند الضغط وبالحجم المصممة عليه الطلمبه. تدفق المياه من إتجاه واحد ومن إتجاهين للطلمبات متعددة المراحل موضح فى الشكل (١١٣).

طلمبات الطرد المركزى ذات المرحلة الواحدة تستخدم على نطاق واسع فى ضخ مياه الشرب وكذلك فى الصرف الصحى. وتستخدم فى الآبار الضحلة والعميقة للامداد بالمياه. وهذه الطلمبات تعمل بمحرك يعمل بالهواء أو الكهرباء أو البنزين أو الديزل كما تستخدم الطلمبات متعددة المراحل فى الصناعة أو للأغراض المنزلية عندما يكون المطلوب ضخ كميات كبيرة من المياه بضغط عالى.

الدافعات: (Impellers)

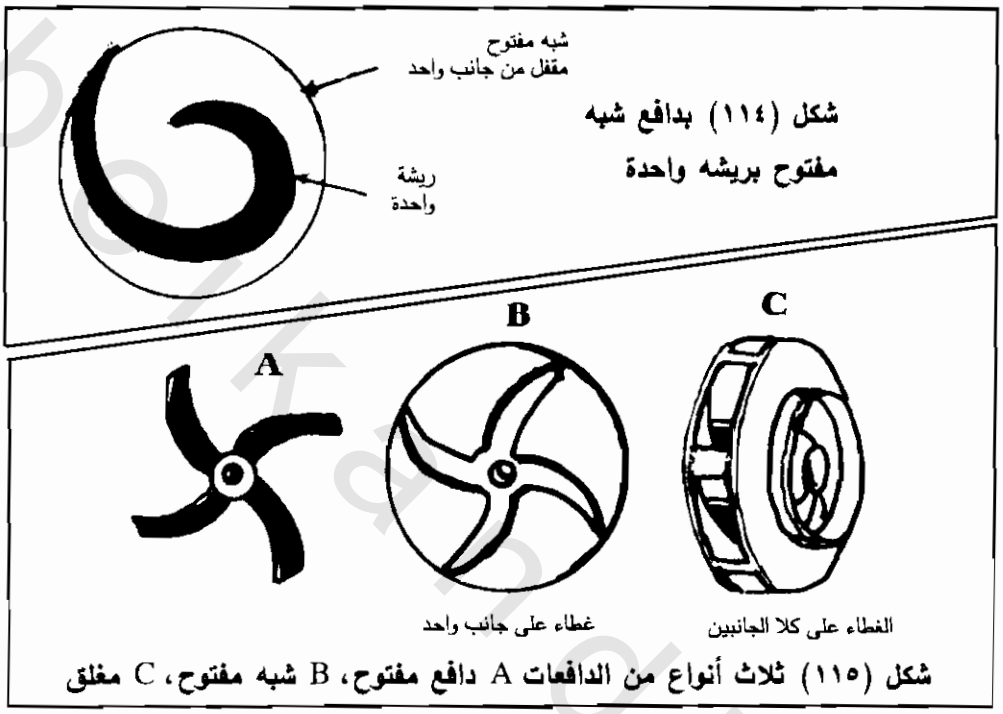
تتوقف كفاءة طلمبه الطرد المركزى على نوع الدافع. الريش والتفاصيل الأخرى تصمم لتوفير ظروف تشغيل معينه. عدد الريش قد يتغير من واحد الى ثمانيه أو أكثر طبقا لنوع الخدمه والحجم.. الخ.

الدافع الشبه مفتوح ذو الريشة الواحدة الموضح فى الشكل (١١٤). هذا النوع من الريش يستخدم فى أنواع معينة فى الضخ للمشكلات الصناعية التى تتطلب طلمبه قوية لتداول السوائل المحتويه على مواد ليفيه وأجسام صلبه أو أى مواد عالقة.

نوع الريش المفتوحة مناسب للسوائل الغير محتوية على مواد غريبه أو المواد التى يمكن أن تستقر بين الدافع والألواح الثابتة الجانبيه.

السوائل المحتويه على بعض المواد الصلبه كما فى حالة الصرف الصحى أو مياه الصرف حيث توجد كميه من الرمال يمكن تداولها باستخدام الريش المفتوحة بالإضافة الى

أنواع الدافعات المفتوحة والشبه مفتوحة، يمكن استخدام الدافع المغلق (Enclosed Or shrouded) شكل (١١٥) وذلك حسب طبيعة العمل والكفاءة والتكلفة. ويصمم الدافع المغلق لتطبيقات مختلفة. شكل وعدد الريش يتوقف على ظروف الاستخدام.



شكل (١١٤) بدافع شبه مفتوح بريشه واحدة

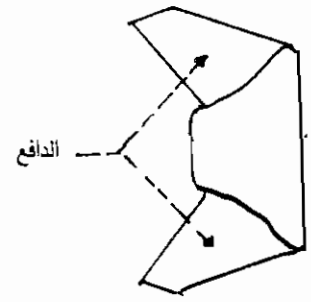
شكل (١١٥) ثلاث أنواع من الدافعات A دافع مفتوح، B شبه مفتوح، C مغلق

حيث التكاليف مرتفعة رغم كفاءتها. الدافع المغلقة لا تحتاج الى ألواح للبرى، حيث أنها تقلل من البرى الى أقل ما يمكن. كما أنها تؤكد الأداء بأقصى طاقة مع كفاءة أوليه عاليه لمدة زمنيه طويلة ولا يحدث بها إنسداد نظرا لأنها لا تعتمد على فواصل عمل قريبه.

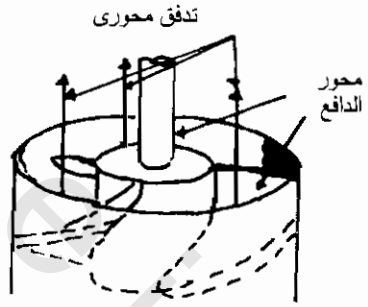
التدفق Flow

الدافع بالتدفق المحورى شكل (١١٦) يستخدم للحصول على تدفق للسائل فى إتجاه محور الدوران. هذا النوع من الدافعات تصمم لتداول كميات كبيره من المياه بدون رفع كما فى حالات الصرف، الرى، الصرف الصحى.. الخ. الطلمبه يجب أن تكون مغمورة فى جميع الأوقات. وهذا النوع غير مناسب فى حالات رفع المياه.

الدافع بالتدفق المختلط (شكل ١١٧) يستخدم لتداول كميات ضخمة من المياه لارتفاعات منخفضة. تصمم الطلمبات ذات الطاقة العالية ورفع منخفض للمياه بمبدأ التدفق المختلط لزيادة سرعة الدوران وخفض حجم الطلمبة وزيادة الكفاءة.



شكل (١١٧) دافع بالتدفق المختلط



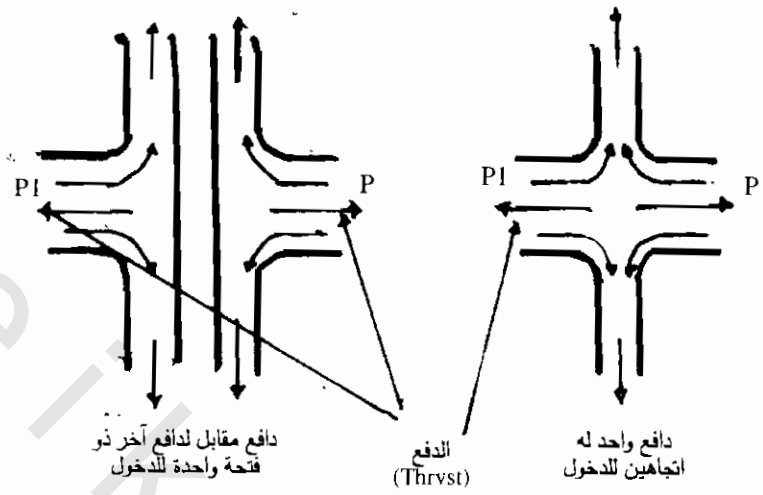
شكل (١١٦) دافع يستخدم للحصول على تدفق محورى

الإتزان: Balancing

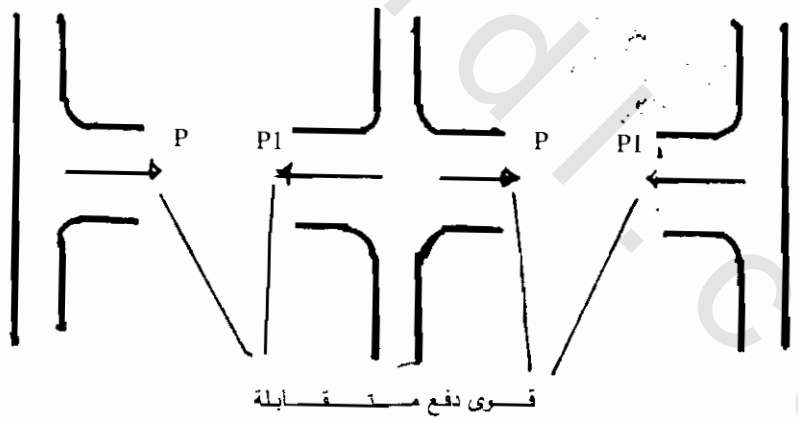
طلمبه الطرد المركزى هى معدة غير متزنه. هذه الطلمبات معرضه للدفع فى النهاية (End Thrust)، والذى يعنى الحاجة الى طريقة ما لمعادلة هذا الحمل. فى حالة الدافع حيث دخول المياه من جهة واحدة، يحدث دفع هيدروليكى غير متزن يكون فى الإتجاه المحورى نحو جانب الدخول، ذلك لأن الفراغ فى جانب الدخول يسبب دفع بواسطة الضغط الجوى على الدافع. تمت عدة طرق للإتزان مثل (الإتزان الطبيعى، كما فى حالة الدافعات المتقابلة (المضادة أو الإتزان الميكانيكى كما فى حالة قرص الإتزان... الخ).

الإتزان الطبيعي: (Natural Balancing)

فى هذا النوع من الإتزان الطبيعى تستخدم الطلمبات ذات الدخول للمياه من جهتين (Double Admission) والمرحلة الواحدة (Singlestage) أو المرحلتين أو ذات المراحل المتعددة. الشكل (١١٨) يوضح دوافع ذات الدخول من جهة واحدة الظهر فى الظهر Back to Back) وذات الدخول من جهتين. فى الشكل قوى الدفع P (Thrusts) و P1 تعملا فى إتجاه محورى وفى إتجاه معاكس لكل منهما.



شكل (١١٨) الإتزان الطبيعى لطلمبه ذات المرحلة الواحدة بواسطة دافعين متقابلين وفتحة دخول واحدة أو دافع واحد، إتجاهين لدخول المياه



شكل (١١٩) الإتزان الطبيعى لطلمبه ذات ثلاث مراحل بواسطة دافعين متقابلين لكل منهم مدخل واحد (على اليمين وعلى اليسار) ودافع فى المنتصف له مدخلين

طريقة الدافعات المتقابلة (Opposing Impellers) تستخدم فى الطلمبات ذات المراحل المتعددة طبقا لتنظيمات مختلفة للدافعات. فى حالة الطلمبه ذات الثلاث مراحل شكل (١١٩) تتكون من دافع فى الوسط حيث الدخول من جهتين ودافعين مضادين ذات الدخول من جهة واحدة. الأسهم توضح قوى الدفع المتضادة (Thrusts).

الدافعات المتقابله من أجل إتزانها فى الطلمبه ذات الخمس مراحل شكل (١٢٠) تتكون من دافع متوسط حيث الدخول من جهتين للمرحلة الأولى ثم دافعين متقابلين للمرحلة الثانية والمرحلة الثالثة وللمراحل الرابعة والخامسة. والطريقة موضحة كذلك فى الطلمبه ذات المراحل الستة شكل (١٢١).

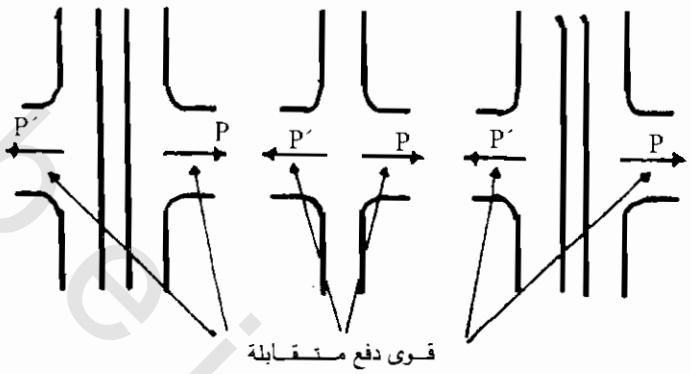
الإتزان الميكانيكي (Mechanical Balancing)

يدخل السائل خلال العين (Eye) للدافع فى إتجاه محورى وتخرج منه فى إتجاه محيطى وبهذا يحدث دفع نهائى والناتج كذلك من حقيقه أن السائل فى الفراغات التى فى الفواصل (Clearance spaces) يكون تحت ضغط. وهذه القوى ليست موجوده فى الدافع المفتوحة وذلك لعدم وجود غطاء (Shroud) لتعمل ضده هذه القوى.

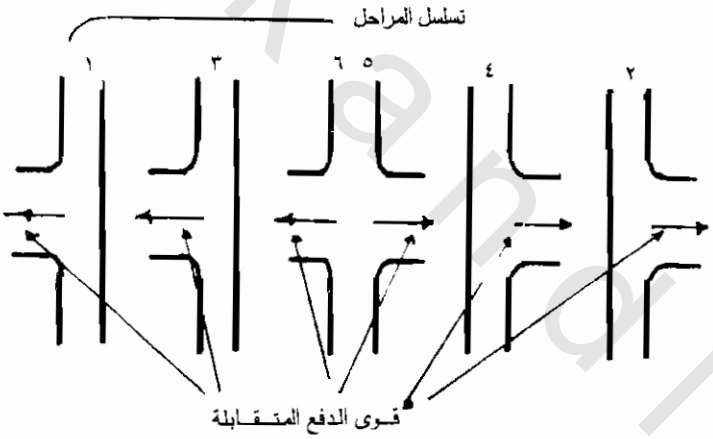
فى حالة الطلمبه ذات الغطاء والإتجاه الواحد للتدفق شكل (١٢٢) فإن الماء فى الغرفه لوجوده تحت ضغط يتسرب الى الخلف خلال الفراغات فى الفواصل A، D، نحو حلقات منع التسرب B، C إلى إتجاه الدخول. الدافع يكون عادة فى قلب الغطاء الخلفى للسماح لتراكم التسرب بالمرور نحو المدخل بدون بناء قوة ضغط. ولهذا فإن القوى على الغطائين تتساوى فى الضغط على مساحات الغطاء.

تركيب الطلمبات (Construction Of Pumps)

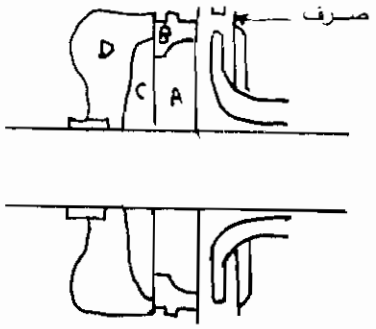
فى شكلها الأولى كانت طلمبه الطرد المركزى غير كفؤ واستخدمت فقط لضخ كميات كبيره من المياه لارتفاع منخفض. ثم تم تطويرها حيث توجد أنواع كثيره لمختلف الاستخدامات. رغم أن الطلمبات الأولى كانت مناسبة للرفع المنخفض إلا أنه تم التغلب على



شكل (١٢٠)
إتزان طبيعى لطلمبه ذات الخمس مراحل بواسطة زوج من الدافعين المتقابلين بمدخل واحد لكل (يمين ويسار) ودافع فى الوسط له مدخلين



شكل (١٢١)
إتزان طبيعى لطلمبه ذات ستة مراحل بواسطة أربعة دافعات ذات مدخل واحد (يمين ويسار) ودافع فى الوسط له مدخلين



شكل (١٢٢) الإتزان الميكانيكى لطلمبه الطرد المركزى بواسطة قرص إتزان

هذا بتوصيل وحدتين أو أكثر بعامود إدارة واحد وعملهم على التوازى. حيث تمر المياه خلال كل وحده بالتتالى مع حساب إجمالى الرفع مقسوما على عدد الوحدات (الطلمبه متعدده المراحل (MultiStage Pump). وحالياً فإن عدة مراحل تكون فى غطاء واحد أو غرفة واحدة. طلمبه الطرد المركزى تعطى أفضل النتائج عندما تصمم لظروف تشغيل معينة.

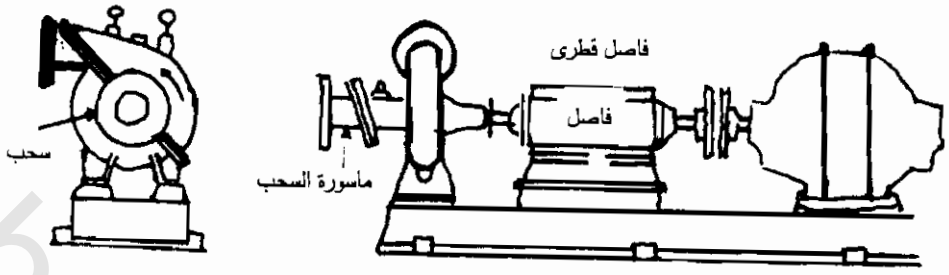
الغطاء (Casing Or Housing)

الغطاء عادة من قطعتين منشقين على المستوى الأفقى أو القطرى مع وجود فتحات الدخول والخروج مصبوبان مع الجزء السفلى. طلمبات الطرد المركزى إما ذات مدخل واحد أو مدخلين. والمفضل هو الطلمبه ذات المدخلين لاتزان الدفع النهائى عند حدوث التغير فى الضغط على جانب الدخول أو على جانب الخروج. الفاصل القطرى شكل (١٢٣) يسمح بسهولة ازالة الأجزاء الداخلية بدون المساس بمواسير الدخول والخروج. التصميم للغطاء الحلزونى المائل (Offset- Volute) يسمح بالصرف المحورى والدفع المضاد والتصريف الذاتى للهواء.

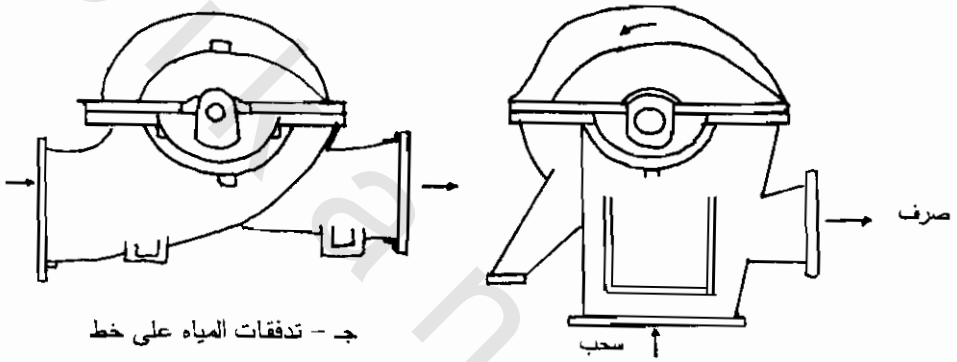
الدافع (Impeller):

يختلف تصميم الدافع طبقا لظروف الاستخدام وذلك لما يحققه من كفاءة فى التشغيل واقتصاديات فى التكلفة. يمكن الحصول على كفاءة عاليه للدافع المفتوح (بدون غطاء على الجانبين) شكل (١٢٤ – أ). تحت ظروف معينة وذلك بالتنسيب الجيد لانحناء الريش وتقليل الفواصل الجانبيه إلى أقل ما يمكن مع التشطيب الدقيق لأطراف الدافع. يستخدم الدافع المفتوح لتداول كميات كبيره من المياه لرفع منخفض كما فى حالات الرى، الصرف، تخزين المياه، تدوير المياه فى المكثفات. الدافع المقفل شكل (١٥٥ – C) يعتبر أكثر كفاءة وتصب الريش كوحدة واحدة وتصمم لمنع تراكم المواد من الألياف بين الغطاء الثابت والدافع الدوار. دافع مقفل مصبوب من قطعة واحدة من البرونز بعض السوائل تتطلب دافع من الكروم أو أى سبيكه مناسبة.

كما تصمم الطلمبه لزيادة كفاءتها عند كميات تدفق معينة والرفع المقابل كما فى الشكل (١٢٤).

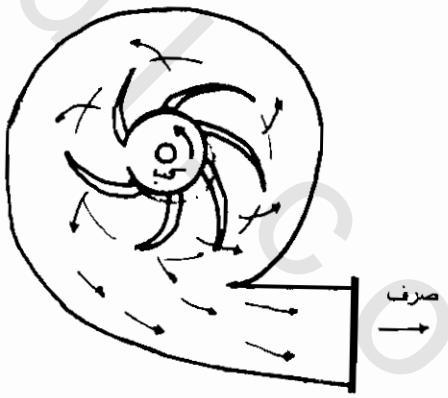


شكل (١٢٣) لطلمبه طرد مركزى- فاصل قطرى



جـ - تدفقات المياه على خط واحد بما يؤثر زيادة الضغط

أ- السحب من أسفل والضخ الى ارتفاع كبير



ب- السحب عند مركز الدافع والمصرف الى المقطع الحلزونى

شكل (١٢٤) التصميمات لزيادة كفاءة الطلمبه

الإنشاء: Instollation

عند إختيار نوع طلمبه الطرد المركزى المناسب طبقا لطبيعة الأداء، فإنه يلزم تركيبها بعناية للمحافظة على كفاءة الأداء ومنع الأعطال. يتم ذلك طبقا للعوامل الآتية وطبقا لحجم الطلمبة.

الموقع Location

يتم وضع الطلمبه فى المكان حيث يسهل التعامل معها مع توفر الاضاءه للكشف على الجوانات... الخ. طلمبه الطرد المركزى تحتاج الى درجة صغيره من الانتباه ولكن عدم ملاحظتها يمكن أن تحدث تلفيات تحتاج للاصلاح.

يجب أن تؤخذ مسافة الرفع فى الاعتبار. يتأثر الرفع بدرجة الحرارة، الارتفاع عن منسوب سطح البحر، الإحتكاك للسائل فى المواسير، محبس القدم، الفقد لوجود المصفاه. تكون المسافة بين الطلمبه بالنسبة للسائل فى حدود الرفع الديناميكى. كما يلزم أن يكون وضع شبكة المواسير غير معقده وبسيطه.

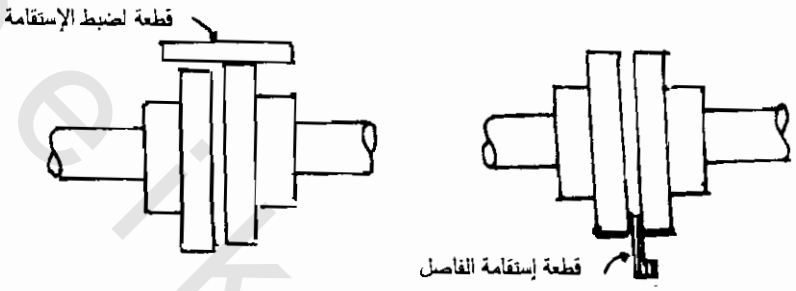
عادة يكون الأساس من الخرسانة ويكون قادر على امتصاص الإجهاد والصدمات المحتمل حدوثها. مسامير الأساس طبقا للقطر المحدد توضع فى الخرسانة طبقا للرسومات.

فى حالة التحميل على إطار من الصلب أو نوع آخر من الإنشاءات يجب أن توضع الطلمبة على أعمدة التحميل الرئيسية (الكمرات، الأعمدة) مع مراعاة الاستقامة مع التغير فى إجهادات المنشأ. الجزء السفلى لقاعدة الطلمبه يجب وضعه فوق الأساس بمسافة $^{3}/_{4}$ بوصة تقريبا لتوفير فراغ لعملية التخشيه (Grouting).

التسوية الأفقيه (Levelling):

عادة تكون الطلمبة ومحرك الادارة على لوح القاعدة. وللتسويه الأفقيه توضع الوحدة محملة على قطع تسويه (Levelling Pieces) من ألواح الصلب قرب مسامير القاعدة. وذلك مع ترك مسافة بين لوح القاعدة والأساس قيمة المسافة من $^{3}/_{4}$ – ٢ بوصة لوضع طبقة

التحشيه من المونه الأسمنتيه. قطع التسوية تحت القاعدة يتم ضبطها حتى إستواء عامود إدارة الطلمبه وفلنجات دخول وخروج المياه سواء كانت رأسيه أو أفقيه، ذلك مع مراعاة الإستقامه بين الطلمبه وعامود الادارة مع الاستمرار فى تسوية قاعدة الوحدة لضبط إستقامة الطلمبه مع المحرك يتم باستخدام لوح مستقيم كما فى الشكل (١٢٥).



شكل (١٢٥) إستخدام قطع معدنية لضبط الاستقامة وعامود الادارة للطلمبه

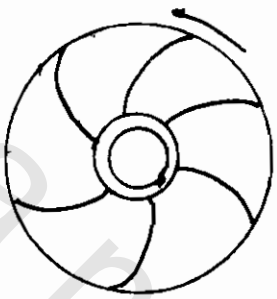
تتم التحشيه (grouting) بالمونة الأسمنتية (خليط من الأسمنت والرمل والماء) فى الفراغات لتثبيت المسامير... الخ. خليط المونة الاسمنتية يتكون من جزء من الاسمنت، ٢ جزء من الرمل وكميه مياه كافية لجعل الخليط يتدفق بحرية أسفل لوح القاعدة. مع بناء إطار من الخشب حول المحيط الخارجى للوح القاعدة للمحافظة على التحشية ولامكان التدفق أسفل كل لوح القاعدة. ثم تترك طبقة التحشية لمدة ٤٨ حتى تمام الشك. يلى ذلك التربيط على مسامير التثبيت ومراجعة تربيط الأجزاء.

مواسير الدخول: يجب الا يقل قطر ماسورة الدخول عن قطر فتحة الدخول للطلمبه كما تكون قصيره ومباشره ما أمكن وفى حالة الحاجة الى ماسورة دخول طويله يلزم زيادة قطر الماسورة. يفضل وجود إرتفاع مستمر بين المصدر الى الطلمبه. عندما يكون منسوب السائل عند أدنى مستوى، فإن نهاية الماسورة يجب أن تغمر الى عمق يساوى أربعة أضعاف القطر (للمواسير الكبيرة)، أما المواسير ذات القطر الصغير فيجب أن تغمر الى عمق ٢ – ٣ قدم. توضح مصفاه حول نهاية الماسورة تكون مساحة فتحات المصفاه مساوية لثلاث أو أربع مرات لمساحة مقطع الدخول. كما يلزم توفير محبس قدم (FootValve) عند تعرض الطلمبه

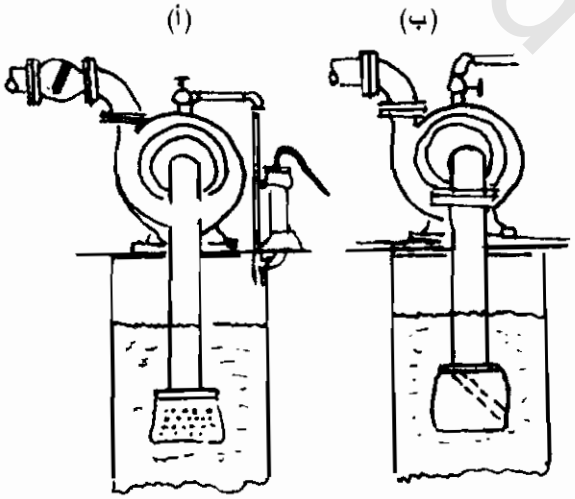
للاستخدام المتقطع. كما يجب العناية فى إختيار محبس القدم من ناحية القطر والنوع لتجنب الفقد بالاحتكاك خلال المحبس.

مواسير الصرف: مواسير الصرف (مثل مواسير الدخول) يجب كذلك أن تكون قصيرة وخاليه من الكيعان ما أمكن لتجنب الفقد بالاحتكاك.

كما يجب وضع محابس قفل ومحابس عدم رجوع قرب الطلمبه. محبس عدم الرجوع يحافظ على جسم الطلمبه (Casing) من التدمير بفعل المطرقه المائية، كما تمنع الطلمبه من العمل بالاتجاه العكسى. يستخدم محبس القفل لإيقاف الطلمبه من ماسورة الخروج عندما يكون هناك صيانة أو إصلاح.



شكل (١٢٦) إتجاه دوران الدافع



شكل (١٢٧)

التحضير لطلمبه الطرد المركزى

أ – طلمبه رفع يدويه

ب – محبس قدم مع الصرف من أعلا

obeikandl.com

التشغيل Operation

قبل بدء تشغيل طلمبه الطرد المركزى يجب إختبار إتجاه الدوران شكل (١٢٦) مع فصل النصفين. السهم على جسم الطلمبه يوضح إتجاه الدوران. ملىء كرات التحميل (Ball Bearing) بزيوت التشحيم الموصى بها حتى الملىء. التفتيش النهائى لكل الأجزاء قبل البدء، يمكن تدوير الدافع يدويا.

التحضير: Priming

طلمبة الطرد المركزى يجب عدم تشغيلها بدون تحضير حتى تملأ تماما بالماء، فى حالة تشغيل الطلمبه بدون سائل، توجد خطورة لتلف الأجزاء الداخلية التى تشحم بالماء. يستخدم السائل من مصدر خارجى.

طريقه الطلمبة اليدوية (أو التي تعمل بالهواء):

يمكن استخدام محبس عدم الرجوع، طلمبه يدويه شكل (١٢٧) أو طلمبه تعمل بالهواء. يتم قفل المحبس قبل البدء شكل (١٢٧- أ). وقد يستخدم محبس قدم (Foot Valve) شكل (١٢٧- ب) حيث يملأ كلا من الطلمبه وماسورة الدخول خلال الجزء العلوى من الطلمبه (مخرج الصرف) من خزان مياه صغير أو بواسطة طلمبه يدويه. فى حالة طول ماسورة الدخول توضع ماسورة صرف على فتحة الصرف أعلا الطلمبه بطول لا يقل عن ٢ متر لمنع بعثرة المياه قبل بدء حركة المياه فى ماسورة الدخول بما يسبب عدم إمكان بدء التشغيل.

بد. تشغيل الطلمبه:

قبل بدء تشغيل الطلمبه ذات التشحيم بالزيت لكرات التحميل. يتم تحريك الدافع عدة مرات إما يدويا أو لحظيا باستخدام مفتاح التشغيل (بعد ملأ الظلمبه بالماء). يمكن تشغيل الطلمبه عدة دقائق مع القفل لمحبس الصرف بدون سخونة للطلمبه. يظل محبس تصريف

الهواء مفتوح أثناء هذه المحاولة. ثم لدخول الطلمبه فى الخط يقفل محبس تصريف الهواء ويفتح محبس الصرف .

إيقاف الطلمبه:

عند وجود محبس عدم رجوع قريب من الطلمبه فى خط الصرف، تقفل الطلمبه بإيقاف المحرك وقفل المحابس مع البدء بمحبس الصرف ثم محبس الدخول ثم مصدر مياه التبريد. فى حالة توقف الطلمبه لبعض الوقت فقد تفقد مياه التحضير مما يتطلب مراعاة ذلك قبل البدء فى التشغيل.

المشاكل التى قد تظهر أحيانا أثناء التشغيل لطلمبات الطرد المركزى: حيث يمكن تحديد هذه المشاكل وأسبابها وأماكنها كالآتى:

١- النقص فى طاقة الضخ أو عدم القدرة على رفع المياه عندئذ يكون هذا لأحد الأسباب الآتية:

أ - لم يتم التحضير للطلمبة.

ب - السرعة قليلة.

جـ - الارتفاع المطلوب رفع المياه إليه اكبر من قدرة الطلمبه.

د - قدرة السحب كبير (أكبر من ٥- ٦ متر).

هـ - وجود جسم غريب أوقف تحرك عامود الدفع أو الدافع.

و - إتجاه الدوران للدافع معكوس.

ز - زيادة الهواء فى الماء.

ح - يوجد تسرب للهواء فى ماسورة المدخل أو فى صندوق التروس.

ط - ضغط دخول المياه غير كافى لتحقيق الضغط الجوى للسائل.

ء - أعطال ميكانيكيه مثل تلف الجوانات، كسر فى الواقع.

ك - محبس القدم قد يكون صغير جدا أو مقفول بالرواسب والأعشاب.

٢ – انقطاع المياه بعد بدء التشغيل الأسباب الآتية:

أ – تسرب الهواء فى ماسورة الدخول.

ب – السحب اكبر من ٥– ٦ متر.

جـ – زيادة الأبخرة أو الغازات فى المياه.

٣ – زيادة التحميل على المحرك بما يتطلب مراجعة الآتى:

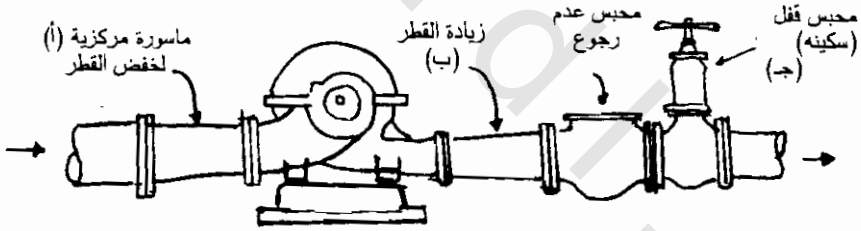
أ – السرعة عالية جدا.

ب – رفع المياه أقل من طاقة الطلمبه بما يترتب عليه زيادة الضخ أكثر من المعدل.

جـ – وجود عيوب ميكانيكيه.

٤ – بعض الحالات الغير عادية التى يمكن أن تحدث.

أ – ضعف تصرف الطلمبه ثم التوقف عن ضخ المياه– يكون ذلك إما لوجود هواء فى الطلمبه أو فى المواسير أو عامود الرفع يكون مرتفع جدا أو لوجود تسرب فى المواسير، ماسورة الدخول طويلة.



شكل (١٢٨) تركيب وصلة زيادة القطر فى خط الخروج

فى حالة التصريف السليم تماما للطلمبه فى المرحلة الأولى تشغيل ثم توقف التصرف. يكون السبب إما عدم توفر المياه من المصدر أو أن منسوب المياه أدنى من منسوب السحب. يمكن تحديد ذلك بوضع مقياس للتفريغ (Vacuum Gauge) على كوع المدخل للطلمبه. كما يمكن معالجة هذه الحالة بخفض منسوب الطلمبه لخفض عامود السحب.

فى حالة توقف الطلمبه لبعض الوقت يلزم التدوير يدويا مره كل اسبوع. وفى حالة التوقف لفترة طويلة يتم فك الأجزاء وتنظيفها وتزييتها.

تركيب مزود (Increaser) **علي خط الصرف:** شكل (١٢٨)

يمكن خفض الفقد الهيدروليكى بتركيب مزود على خط الصرف. الإتصال مع محابس عدم الرجوع والقفل موضح فى الشكل (١٢٨ ب) خط الصرف يجب أن يختار بالنسبة لأدنى فقد بالاحتكاك كما يجب الا يقل عن فتحة الخروج للطلمبه. ويفضل أن يكون ضعف فتحة الخروج للطلمبه ويفضل أن يكون ضعف فتحه الخروج للطلمبه مرتين أو ثلاث مرات. لا تستخدم الطلمبه لتحميل مواسير الدخول والخروج الثقيلة مع توفير تحميل مستقل لكل المواسير.

بالنسبة للقطر المناسب لماسورة الصرف بعد محبس القفل شكل (١٢٨ – جـ) بحيث لا يكون القطر كبيرا بما يزيد من تكاليف المواسير أو صغير بما يزيد من سرعة المياه والتى تزيد من الفقد بالاحتكاك بما يتطلب طاقة أكبر (قوة حصان) لاحتياجات الضخ. وللحصول على الحالة النموذجية تستخدم معادلة (Lea) لتعيين قطر الماسورة الحاملة لخروج المياه من الطلمبه (١٢٨– جـ).

$$D = 0.97 - 1.221\sqrt{Q}$$

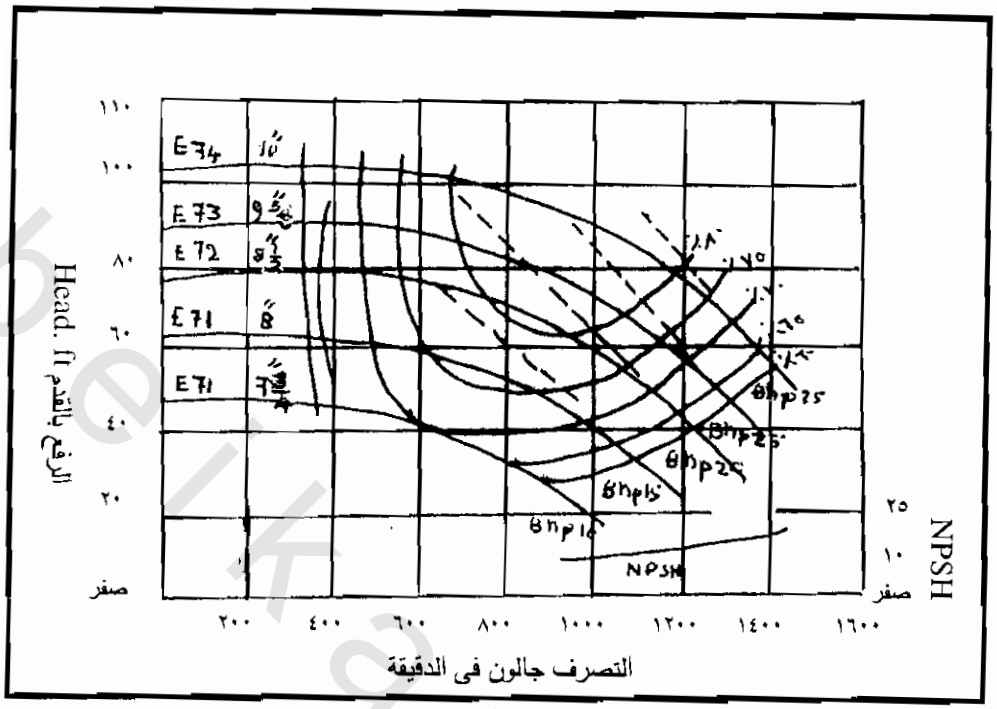
حيث D = القطر الاقتصادى للماسورة بالبوصة

Q = الضخ المطلوب للمياه بالمتر المكعب فى الثانيه

وهذه المعادلة تعطى أقصى سرعة للمياه ما بين ٠,٨ الى ١,٣٥ متر فى الثانية.

إستخدامات طلمبه الطرد المركزي

توجد تصميمات مختلفة لطلمبات الطرد المركزى. حيث يمكن أن تستخدم للسحب والرفع أو لزيادة الضغط حيث توضع على سطح الأرض. كما إستخدمت تحت الماء فى الآبار إما بعامود إدارة داخل قيسون ضخم (الطلمبه الرأسيه التربينيه) ثم أخيرا فى شكل مدمج كما فى حالة الطلمبات الغاطسة (Sub marsible).



شكل (١٢٩) منحنى كفاءة الأداء الطلمبه طرد مركزى تعمل بعدد ١٨٠٠ الف فى الدقيقة منحنى الطاقة منبسط نسبيا بما يعنى التغير الصغيرة فى الرفع يزيد من معدل الضخ

Bh_p = قوة الحصان للأداء NPSH = إجمالى ضغط السحب الموجب للطلمبه

منحنيات كفاءة الأداء: (Performance Curves)

يتوفر منحنى الأداء لكل تصميم للدافع عند المنتج، ترسم هذه المنحنيات لمرحلة واحدة للطلمبة. تتوفر بيانات عن معدل الضخ لرفع ديناميكى معين زائد وكذلك الكفاءة والطاقة بالحصان (h_p) عند كل معدل ضخ. من منحنى الأداء يمكن إختيار طلمبه معينة لتحقق الضخ المطلوب (Q) لكل الرفع الديناميكى بأعلى كفاءة ممكنه. منحنى كفاءة الأداء فى الشكل (١٢٩) يوضح ان طلمبه تربينيه ذات مرحلة واحدة وقطر الدافع ١″ (٢٥٤ مم) تعمل بأعلى كفاءة (أكثر من ٨٠٪) عندما يكون معدل الضخ ٩٠٠ جالون فى الدقيقة (٤٩١٠م/٣ اليوم) لارتفاع ديناميكى ٩٢ قدم (٢٨ متر).

إذا تغير الرفع الديناميكى الاجمالى خلال العام، فإنه من الصعب إختيار الطلمبه التى ستعمل بكفاءه عند كل رفع ديناميكى. فمثلا الوحدة (E74) فى الشكل (١٢٩) لها أقصى كفاءه (٨٠٪) عند رفع كلى من ٧٦ – ٩٩ قدم (٢٣,٢ – ٣٠,٢ متر) وتضخ من ١١٧٠ الى ٦٧٠ جالون فى الدقيقة (٦,٣٨ – ٣,٦٥ م/٣ اليوم). إذا تغير الرفع الديناميكى فى هذا المجال فإن الطلمبه تعمل بكفاءه والقوة المطلوبه تتغير بمعدل ٧ حصان (Brake Horse Power Bh_p).

ومن ناحية أخرى فى حالة إجمالى الرفع لينخفض الى ٦٠ قدم (١٨,٣ متر) أثناء موسم ارتفاع منسوب المياه، ولكن فى موسم آخر قد يصل الرفع الى ١٠٠ قدم (٣٠,٥ متر) فى مثل هذه (كما فى حالة الآبار الجوفية عند إنخفاض منسوب المياه الجوفيه أو تسرب المياه الجوفية الى خزان جوفى مجاور). فى هذه الظروف فإن معدل الضخ سيتراوح بين حوالى ١٣٤٠ جالون فى الدقيقة (٧٣٠٠ م/٣ اليوم) نزولا الى ٦٢٠ جالون فى الدقيقة (٣٣٨٠ م/٣ اليوم). عندئذ ستتراوح الكفاءة بين ٦٧، ٧٧٪. والطاقة اللازمة تصل الى أقصاها حوالى ٣٠ (30 B h_p) وأدناها حوالى ٢٠ (20 Bh_p). فى مثل هذه الظروف فإنه يلزم إختبار طلمبه ذات خصائص تشغيل مختلفة عن الموضح فى الشكل (١٢٩) بما يحقق تغير قليل فى معدل الضخ مع التغيرات فى الرفع الديناميكى الكلى. ولنا فإن هذه الطلمبه يلزم أن تكون خصائص الرفع أقرب الى الإنحناء. فى حالة تنفيذ ذلك فإن الكفاءة والقوة بالحصان (Bh_p) سوف لا تتأثر كثيرا بمجال الرفع. قد نكون أقصى كفاءة أقل ولكن متوسط حالات الضخ سيحدث عند كفاءه عاليه. قوة الحصان للمحرك قد تظل بدون تغيير أو أقل قليلا (مقارنة بالطلمبه ذات منحنى الأداء السنوى) وذلك لأن أقصى قوة حصان للرفع (Bh_p) ستكون عند أدنى رفع عند إرتفاع معدل الضخ الى أقصاه.

إختيار الطلمبه المناسبة لعمل معين أو تطبيقات معينة يتم بسهولة عند توقيع نظام الرفع للطلمبه ومقارنته بمنحنيات الطلمبات من مصانع مختلفة. منحنى الرفع للطلمبه يتم لتوضيح الرفع الديناميكى اللازم لمعدلات تدفق مختلفة فى النظام. عند الضخ من بئر فإن المكونات الكلية للرفع اكلى الديناميكى تزداد بزيادة معدلات التدفق، يزداد الرفع الرأسى مع زيادة الانخفاض فى البئر ويزداد الفقد بالاحتكاك مع زيادة التصرف.

شكل نظام منحنى الرفع يتغير طبقا للخصائص الهيدروليكية للبئر (الخزان الجوفى) وكذلك لنظام الخدمة. ينتج المنحنى المستوى نسبيا من التأثيرات المشتركة للطاقة النوعية للبئر، ثبات الارتفاع لنقطة الصرف، زيادة قطر المواسير مع خفض الفقد بالإحتكاك، المنحنى الحاد نسبيا ينتج من إنخفاض الطاقة النوعية للبئر بالإضافة، بالاضافة الى إرتفاع نقطة الصرف وزيادة الفقد بالاحتكاك فى المواسير.

كفاءة الطلمبه: (Pump Efficiency)

يمكن إختيار نقطة التشغيل الأكثر كفاءة لطلمبه الطرد المركزى من منحنى كفاءة الأداء لجهة الانتاج للطلمبه. (يلاحظ أن الكفاءة الموضحة فى أى منحنى كفاءة الأداء هو لجسم الطلمبه فقط (Bowl Assembly). الكفاءة الكلية للضخ يمكن معرفتها بضرب كفاءه الطلمبه فى كفاءة المحرك. الكفاءة النموذجية للضخ هى حوالى من ٧٠– ٧٥٪). نظرياً أفضل نقطة كفاءه لطلمبه الطرد المركزى تكون عندما تقسم الطاقة على السائل بالتساوى الى طاقة رفع وطاقة ضخ. هذا الموقف أو هذه النقطة على منحنى كفاءة الأداء يحدث عند حوالى ٥٠٪ لأقصى كفاءة للطلمبه أو عند ٠,٧ من الارتفاع (Head) الذى عنده لا يحدث تدفق (نهاية الرفع Shut off Head). تكاليف التشغيل يمكن تكون عند أدناها فى حالة عمل الطلمبه فى هذا المجال. طبقا لتصميم الطلمبه قد تختلف أقصى كفاءه عند هذه الأرقام العامة، مما يتطلب مراجعة مخططات كفاءة الأداء للطلمبات.

قوة الحصان: (Horse power)

قوة الحصان للماء تعرف بالطاقة اللازمة لرفع معين بدون الأخذ فى الاعتبار للكفاءة أو الفقد بالاحتكاك. تحسب قوة الحصان للماء كالآتى:

$$\text{قوة الحصان للماء (whp)} = \frac{H \times Q}{75}$$

حيث Q = تصرف الطلمبه م٣ / ث

H = الرفع بالمتر

$$\text{أو whp} = \frac{Q \text{ (جالون فى الدقيقة)} \times H \text{ (الرفع بالقدم)}}{٣٩٦٠}$$

نظرا لأن كفاءة الطلمبه (جسم الطلمبه) أقل من ١٠٠ ٪ لذلك يلزم لتشغيل الطلمبه قوة حصان اكبر من المعادلة السابقة والتى تسمى قوة الحصان للأداء ($Brak\ h_p$) والتى تحسب كالآتى:

$$Bh_p = \frac{Wh_p}{\text{كفاءة الطلمبة}}$$

$$= \frac{\text{جالون الدقيقة X الرفع بالقدم}}{\text{٣٩٦٠ Xكفاءة الطلمبه}}$$

$$\text{أو} = \frac{Q \text{ (متر مكعب / الثانية} \times \text{الرفع بالمتر} \times \text{كثافة الماء كج/ م٣}}{\text{٧٥ x كفاءة الطلمبه}}$$

توجد قوة حصان أخرى يلزم أخذها فى الاعتبار وهى كفاءة الموتور أو المحرك. ولذلك تكون قوة الحصان المستخدمة ($Inpnt\ h_p$)

قد تصل الى ٩٠ ٪ تقريبا وبالتالى تكون قوة الاداء بالحصان $= \frac{Bh_p}{\text{كفاءة المحرك}}$

وعموما فإن قوة الحصان للطلمبه يتم حسابها مع الأخذ فى الاعتبار كفاءة الطلمبه وكفاءة المحرك وكفاءة التشغيل (drive)

الكفاءة الكلية للضخ $= E = Ed \times Em \times Ep$

∴ قوة الحصان المطلوبة $h_p = \frac{H \times Q}{75 \times E}$ أو $\frac{\text{جالون/ ق} \times H \text{ بالقدم}}{\text{٣٩٦٠ x E}}$

فى المحرك الكهربى عند تقدير الحصان بالطاقة الكهربية فإن

obeikandl.com

واحد حصان يعادل ٧٤٦ وات، ١ كيلوات = ١٠٠٠ وات

$$\text{الكيلوات من الكهرباء} = \frac{٠,٧٤٦ \times H \times Q}{٣٩٦٠ \times E}$$

$$= \frac{\text{جالون فى الدقيقة} \times \text{الدفع بالقدم} \times ٠,٧٤٦}{٣٩٦٠ \times E}$$

أقصى رفع لعامود الماء : (Shut Off Head)

يعرف أقصى رفع لعامود الماء بأنه الرفع الذى تؤديه الطلمبه حتى وصول السائل أقصى رفع لعامود الماء لمنحنى الطلمبه موضح فى الشكل (١٢٩) لطلمبه ٨/٥ ٩″ (٢٤٤ ملميتر) هو تقريبا ٨٧ قدم (٢٦,٥ متر) . يمكن حساب أقصى رفع للطلمبه الذى تؤديه طلمبه الطرد المركزى مقابل محبس مغلق أو حساب الإرتفاع الذى ستصل اليه المياه فى ماسورة بدون تدفق. فمثلا لحساب أقصى رفع لطلمبه طرد مركزى تعمل عند ١٨٠٠ لفه فى الدقيقة ومجهزة بدافع ٨/٥ ٩″ (٢٤٤مم) . يتم أولا حساب السرعة المحيطية V بالمعادلة .

$V = \pi\, d.rps$

حيث d = قطر الدافع بالقدم

rps = عدد اللفات فى الثانية

∴ V = ٣,١٤ × ٠,٨ × ٣٠ = ٧٥,٤ قدم/ الثانية

حيث ٨/٥ ٩″ = ٠,٨ قدم، ١٨٠٠ لفة/ ق = ٣٠ لفة/ ث

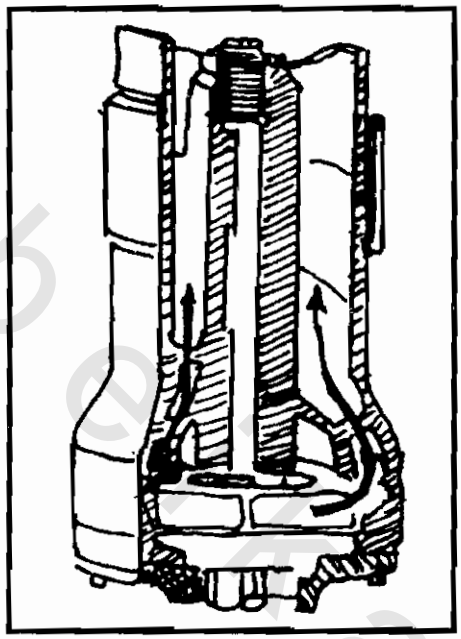
تستخدم المعادلة التالية لحساب أقصى إرتفاع لعامود الماء

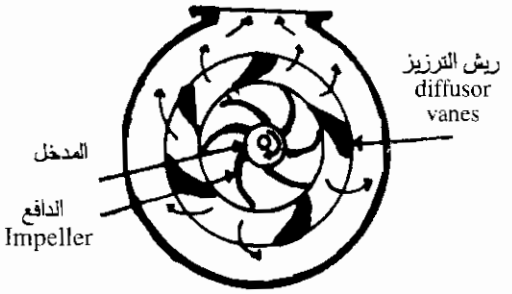
$$H = \frac{V2}{zg}$$

حيث g = عجلة الجاذبيه ∴ $\frac{٢(٧٥,٤)}{٣٢,٢ \times ٢} = \frac{٥٦٨٥}{٦٤,٤}$

∴ H = ٨٨,٣ قدم (٢٦,٩ متر)

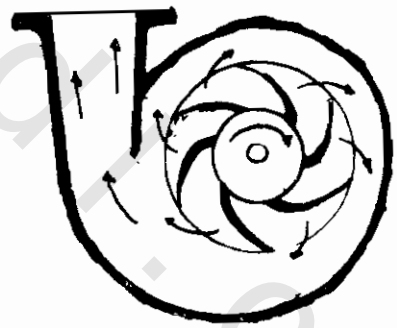
أى أنه يمكن زيادة الرفع بزيادة عدد اللفات فى الدقيقة أو بزيادة قطر الرافع (Impeller) .

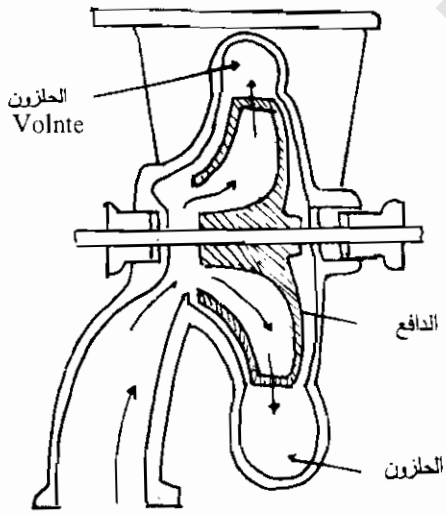




شكل (١٣٠) طلمبه طرد مركزى تربينيه
(أ) مقطع عرضى

شكل (١٣٠) فى الطلمبه التربينية المياه بعد ترك الدافع تتحرك الى الخارج خلال الدافع المحاط بممرات منحنيه بين ريش الناشر. لذلك تنخفض السرعة ويزداد الضغط ب – مقطع طولى





شكل (١٣١) طلمبه الطرد المركزى الحلزونية ليس لها ريش ناشره أو للتوجيه

شكل (١٣١) طلمبه طرد مركزى حلزونية (Volute) ب – يوضح الحلزون

يتوفر أقصى رفع لعامود الماء ضمن البيانات الواردة فى كتالوج الطلمبه.

أحيانا قد تعمل طلمبه الطرد المركزى فى مواجهة محبس مغلق، يحدث ذلك عند قفل محبس السكينه أو فى حالة عدم إمكان الطلمبه الى منسوب الرفع الدنياميكى والاستمرار فى متابعة منحنى كفاءة الأداء فى إتجاه اليسار. وقد تصل الى نقطة حيث لا تستطيع ضخ أى مياه أى أن تصل الى حالة أقصى رفع أو حدوث معدل الانتاجية ليكون صفر.

عند حدوث ذلك فإن الطلمبه تهتز بعنف (Churn) مع تدوير الماء باستمرار خلال جسم الطلمبه. وبذا تتحول الطاقة الميكانيكية نتيجة الاحتكاك الى طاقة حرارية مع إستمرار الحال تزداد الطاقة الحرارية لتحدث غليان للماء وبذا يستبدل الماء بالبخار ويدور الدافع فى البخار. مع نقص التبريد يسبب فى تلف كرات التحميل وحلقات البرى وتلف الجوانات ثم المحرك.

تصميم طلمبه الطرد المركزي المستخدمة في الآبار:

يوجد خمسة أنواع من طلمبات الطرد المركزى حيث يمكن إجراء تعديل فى أى منهم بتغيير تصميم الدافع بهدف تحيقيق خصائص تشغيل مختلفة. الدافع هو الجزء الدوار فى الطلمبه الذى يسبب السرعة العالية للمياه. المستخدم فى آبار المياه هى طلمبه الطرد المركزى ذات الدافع التربينى (Turbine Pump). المستخدم فى آبار المياه الطلمبه التربينيه فقط فى هذا النوع من الطلمبات يحاط الدافع بريش ناشره (Diffuser Vanes) التى توفر إتساع متدرج لمرور المياه حيث تقل سرعة المياه عند تركها للدافع بما يزيد من الضغط شكل (١٣٠) اما الطلمبه الحزونية (Volute Pump) فهى تختلف عن الطلمبه التربينيه فى أن الدافع موجود فى غطاء ذو الشكل الحلزونى ولا توجد ريش ناشره شكل (١٣١). ومثل الطلمبه التربينيه فإن سرعة المياه تنخفض مع ترك الدافع وتتحول الى ضغط. والاختيار بين الطلمبه التربينية والحلزونية يتوقف على ظروف الاستخدام. حيث يفضل استخدام الطلمبه الحزونية (Volute) فى حالة الطاقة الكبيرة والرفع القليل ولكن الطلمبه التربينيه تستخدم فى حالات الرفع العالى. طلمبات الطرد المركزى ذات التدفق المختلط (Mixed Flow) تستخدم كلا من قوى الطرد المركزى الناتجة عن الدافع وبعض نظم الرفع (Propeller) لتحريك المياه.

طلمبات التدفق المختلط (Mixed- Flow) تستخدم للضخ الكبير ولرفع صغير نسبيا.

طلمبات التدفق المحورى (Axial Flow) وهى تسمى طلمبات الدافع (Propeller) لأنها تنتج معظم التدفقات بفعل الرفع للدافات (Propellers)، وهذه تستخدم بضخ كميات ضخمة لرفع منخفض جدا.

خصائص كفاءة الأداء لطلمبه الطرد المركزى المجددة (Regenerative) تقع بين طلمبه الطرد المركزى العادية والطلمبه الدوارة موجبه الازاحة. كفاءه هذا (Rotory Positive Displacement Pump) النوع من الطلمبات منخفض نسبيا ولكنها تتفوق على الأنواع الأخرى من الطلمبات فى الضخ القليل والرفع العالى ولكن الفاصل فى غرفة الدافع يحدد الإستخدام للسوائل التنظيفية نسبيا.

تصميم الدافع (Impeller Decign)

حجم السائل الذى يمكن ضخه بواسطة طلمبه الطرد المركزى يتوقف على تصميم الدافع وسرعة دورانه. الموتور (المحرك) يحدد سرعة الدوران، بينما مساحة (فتحه) الدافع تتحكم فى حركة السائل. تعين مساحة الدافع بعرض الريش بين الغطاء (wedth of Vanes Between Shrouds) المعادلة الخاصة بسرعة الدافع ومساحته هى $Q = VA$

حيث Q = معدل التدفق (م/٣ الثانية)

V = السرعة (متر فى الثانية)

A = المساحة بالمتر المربع

التغير فى سرعة وقطر الدافع يكون لها التأثيرات التالية: طاقة الضخ تتغير طبقا لقطر وسرعة الدافع. الرفع (Head) يتغير طبقا لمربع السرعة للدافع ومربع قطر الدافع أما قوة الحصان الفعلية للأداء (Brake Horse Power) تتغير طبقا لمكعب سرعة الدافع ومكعب قطر الدافع.

تصميم دافع معين يحدد سرعة المياه عند تركها لسطح الدافع. هذه السرعة (الطاقة الحركية (Kinetic Energy) تتحول الى طاقة ضغط عند حركة المياه خلال الريش فى جسم الطلمبه نفسه. ويعبر عن التحول من الطاقة الحركية الى طاقة ضغط بالمعادلة

$$H = \frac{V2}{2g}$$

ولزيادة كفاءات الطلمبة، يلزم الأخذ فى الاعتبار بيانات تصميميه أخرى للدافع تسمى السرعة النوعية (Specific Speed). السرعة النوعية هى السرعة بعدد اللفات فى الدقيقة التى يعمل عندها دافع معين فى حالة الإنخفاض النسبى للحجم لضخ ما قيمته واحد جالون فى الدقيقة (٥,٥ م٣ فى اليوم) لرفع اجمالى واحد قدم (٠,٣ متر)

وتحسب من المعادلة $N_S = \frac{rpm \times gPm}{H^{0.75}}$

حيث N_S = السرعة النوعية

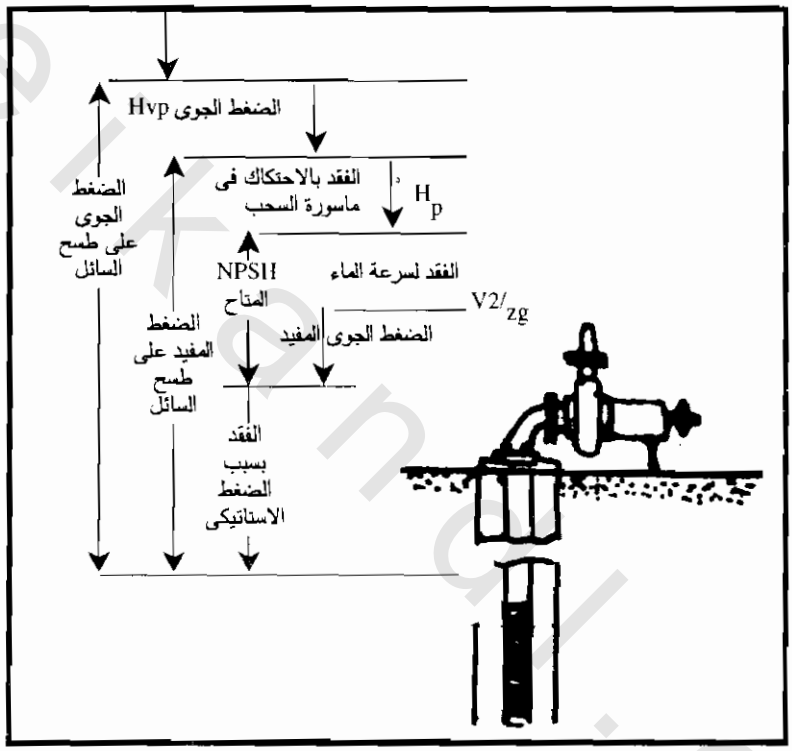
$H^{0.75}$ = الرفع لكل مرحلة بالقدم (بالمتر)

تستخدم السرعة النوعية لمقارنة نوع من الدافع أو نظام الدفع بآخر، ولكن لا توجد قيمة عملية للرقم نفسه. طاقة الطلمبه والرفع يتم اختياره عند نقطة أقصى كفاءة لأكبر قطر للدافع فى الطلمبه. لذلك، فإن حالات مختلفة من الطاقة والرفع يمكن تحقيقها خلال ضبط سرعات الدافع. فمثلا، الدافعات للرفع العالى عادة لها سرعات نوعية منخفضة بينما الدافعات للرفع المنخفض لها سرعات نوعية عالية. يستفاد بالسرعة النوعية خاصة فى تقدير طاقة السحب والرفع لطلمبات الطرد المركزى. الطلمبة ذات السرعة النوعية المنخفضة لا يحدث لها مشاكل التكهف (Cavitation) بتحقيق اكبر سحب ورفع على تلك ذات السرعة النوعية العالية. تستخدم السرعات البطيئة عندما يكون السحب والرفع مرتفع (اكثر من ١٥ قدم (٤,٦ متر). هذا يتطلب طلمبه اكبر. فى حالة انخفاض السحب والرفع (Snction. Lift) او وجود ضغط رأسى (Positive Head) على جانب السحب، عندئذ قد تزداد السرعة النوعية ولذا يقل حجم الطلمبة.

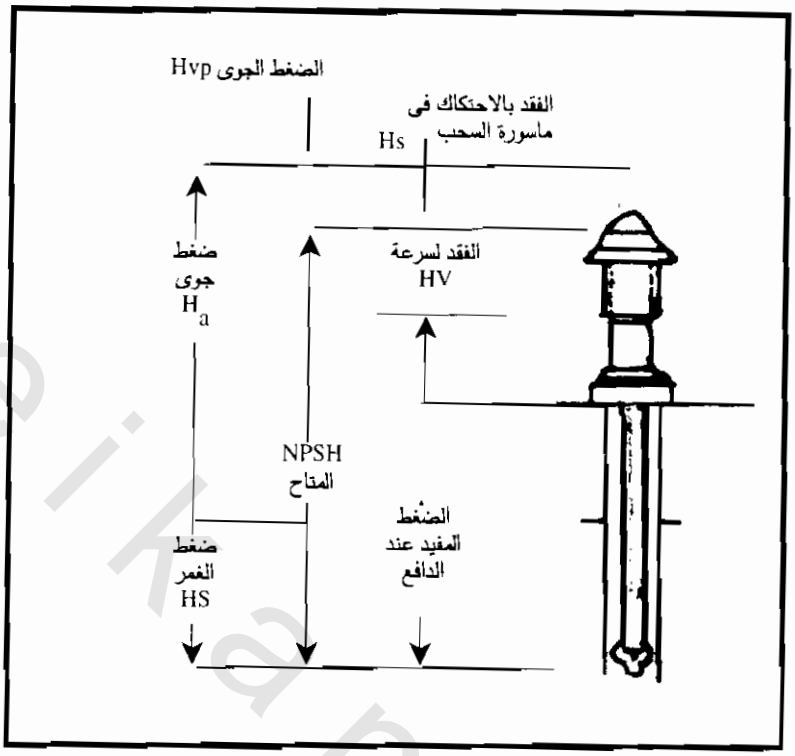
كفاءة الرافع لطلمبات الطرد المركزى يمكن تحديدها بتغيير شكل الريش للحصول على مختلف خصائص الضخ وكذلك باختيار (١) نوع الغطاء للريش (٢) نوع الحشو لجسم الطلمبه (٣) طريقة التغلب على الدفع (Thrust). معايير التصميم للدافعات معقدة، بما يتطلب ان يقوم المصمم بالتنسيق مع المنتج حول بيانات هندسية محددة.

إجمالى الضغط الموجب للسحب (NPSH- Net Positive Suction Head):

تعمل طلمبه الطرد المركزى فقط فى حالة دخول السائل المرحلة الأولى للدافع عند ضغط يساوى الضغط الجوى (١٤,٧ رطل/ البوصه المربعة). الضغط الرأسى الذى يتوفر الى الطلمبه يتكون من جزئين، ضغط الماء والضغط بسبب الضغط الجوى. الطلمبات المستخدمة فى السحب والرفع فقط يمكن أن تحقق التدفق من الضغط الجوى فقط.



شكل (١٣٢) العوامل التى تراعى عند تعيين NPSH لطلمبه الطرد المركزى السحب والرفع (بئر ضحل)



شكل (١٣٣) العوامل التى تراعى لتعيين NPSH لطلمبة تربينيه رأسية (بئر عميق).

بينما الطلمبات الغاسطة تستخدم مصادر الضغطين. الضغط اللازم لتشغيل طلمبه يسمى إجمالى ضغط السحب الموجب (NPSH) ويجب ان يكون كافيا لمنع تبخر المياه عند دخولها للطلمبه. وباختصار فإن إجمالى ضغط السحب الموجب هو المطلوب لعدم حدوث أى غليان للماء فى حالات انخفاض الضغط القريب من الدافع. فى حالة عدم حدوث ذلك يحدث تكهف (تبخر) بما يسبب تآكل ثقبى حاد فى الدافع وجسم الطلمبه وقصر عمر الطلمبه.

يوصف إجمالى ضغط السحب الموجب بواسطة المنتج لمختلف الطلمبات. تصميم نظام المأخذ يلزم أن يأخذ فى الاعتبار التغيرات التى قد تحدث نتيجة الارتفاع عن مستوى سطح البحر، درجة حرارة التشغيل، الضغط الجوى، التغيرات فى درجة حرارة الجو وعوامل أخرى. ولتأمين الاداء فإن اجمالى ضغط السحب الموجب المتاح يجب أن يزداد عن اجمالى ضغط السحب الموجب المطلوب بما لا يقل عن ٢ – ٣ قدم ما أمكن.

المعادلة لحساب إجمالى ضغط السحب الموجب (NPSH) هى:

$$NPSH = H_a + H_S - H_f - H_{vp}$$

حيث:

H_a = الضغط على سطح السائل للماء، بالقدم (بالمتر) للماء.

H_S = ارتفاع السائل فوق أو أسفل عين الدافع عند الضخ بالقدم (بالمتر) فى حالة المنسوب أعلا العين H_S تكون موجبه وفى حالة أسفلها تكون سالبه.

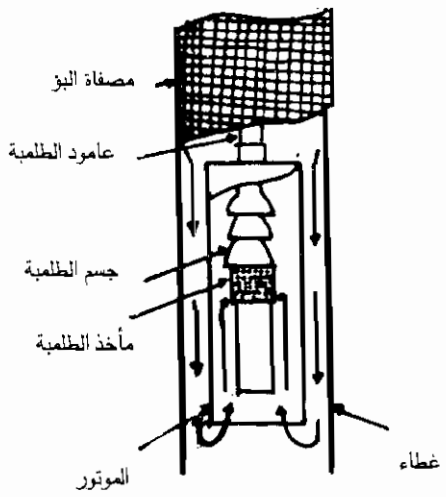
H_f = الفقد بالاحتكاك فى ماسورة السحب

H_{vp} = الضغط الجوى للسائل عند درجة حرارة الضخ بالقدم (بالمتر).

الأشكال (١٣٢) و (١٣٣) تبين حالتين لأوضاع الطلمبات والعلاقة الطبيعية للطلمبه بالنسبة للمياه الجوفيه. طلمبه السحب والرفع يجب أن توضع خلال (-٦,٦ - ٧,٦) من منسوب ضخ المياه، بينما منسوب المأخذ للطلمبة الغاطسة يكون عموما أسفل منسوب الضخ.

الطلمبة التربينيه الرأسية (Vartical Turbine Pump)

هذه تتكون من دافع واحد أو اكثر لمرحلة أو عدة مراحل فى غرفة واحدة تسمى (Bowl Assembly) لتوفير الرفع المطلوب. ويتوقف عدد المراحل على الرفع المطلوب وقوة الحصان.



شكل (١٣٤) وضع غطاء على جزء المأخذ (المصفاة) للطلمبه الغاطسة لمنع السخونة بواسطة نزول المياه

بينما معدل الضخ والكفاءة تظل ثابتة. تعلق الدافعات على عامود إدارة داخل غرفة الطلمبه (وعامود الطلمبه) التى توجه المياه الى السطح. قطر العامود الخارجى طبقا لمعدل الضخ. الفقد فى الضغط فى العامود لا يزيد عن ١,٦ متر لكل ٣٠,٥ متر) عند التصميم. الأجزاء المنفصلة للطلبه تكون عادة ١٠ أو ٢٠ قدم (٣ أو ٦,١ متر) فى الطول ويتم التوصيل بالقلاووظ أو الجلب أو الفلنجات. طول العامود يتحدد طبقا لمنسوب الضخ للمياه. يجب عدم وضع مأخذ الطلمبه خلال مصفاة البئر لان ذلك يسبب زيادة السرعة وبالتالى زيادة الترسيبات والتآكل وضخ الرمال. وتوضع فى النهاية وصلة عمياء (٣ متر) أو مصفاة. والمحرك الكهربى المستخدم بسرعة دوران ١٨٠٠ لفة فى الدقيقة ويتصل بعامود ادارة الدافعات بوحدة نقل الحركة وينشأ فوق سطح الأرض.

الطلمبة الغاطسة Submercible Pump

الطلمبة الغاطسة لها مجموعة الدافعات (Bowl Assembly) مثل الطلمبة التربينية الرأسية ولكن المحرك يكون غاطس ومتصل مباشرة وأسفل مجموعة الدافعات.

تدخل المياه خلال مصفاة الدخول بين المحرك (لأسفل) ومجموعة الدافعات (لأعلى) حيث تمر خلال الدافعات ثم الى عامود الطلمبه الى السطح. الطلمبات الغاطسة هى طلمبات مدمجة بدرجة كبيرة ولا تتحمل السخونة الزائدة والتغيير فى الفولت. يمكن تبريدها بمرور المياه حول جسم المحرك الى مأخذ الطلمبه. ويمكن تبريد المحرك بوضع غطاء (Shroud) حول مأخذ الطلمبه شكل (١٣٤) بما يجبر المياه بالمرور حول المحرك وتبريده وهذا الغطاء يمكن تنفيذه بسهولة فى حالة كبر قطر القيسود. معظم الطلمبات الغاطسة تعمل بعدد لفات ٣٥٠٠ لفة فى الدقيقة. يمكن أن تعمل بنجاح الى عمق ٦١٠ متر أو اكثر عند ضغط ٣٠٠ رطل/ البوصة المربعة. الطلمبات الغاطسة لها المميزات.

المحرك متصل مباشرة بالدافع، سهولة التوصيل، التخلص من الأصوات فوق سطح الأرض يمكن تركيب الطلمبه فى قيسود ليس لها إستقامة واحدة.

أما العيوب فهى:

مشاكل كهربائية بالكابل الغاطس، الكفاءة عموما أقل، لا تتحمل ضخ الرمال، المحرك بعيد عن مدى الاصلاح، لا تتحمل التغيير فى الفولت بدون الحماية المناسبة.

٤ - طلمبه البثق: Jet Pump

طلمبات البثق تستخدم فى كثير من الآبار المنزلية وهى تعتبر إتحاد بين طلمبة الطرد المركزى وطلمبه البثق بالفنشورى (Nozzle Venture) شكل (١٣٥).

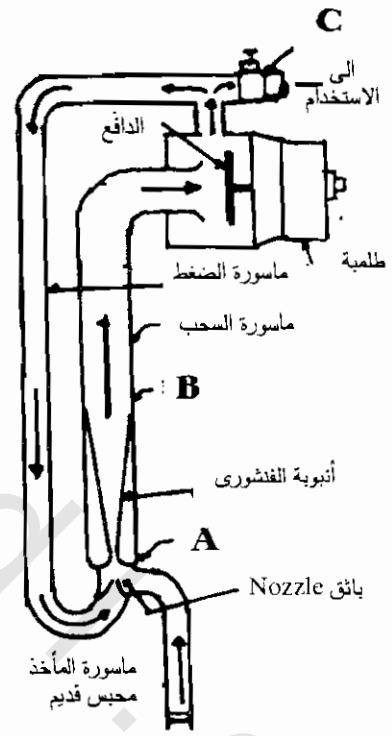
تصرف المياه تحت الضغط خلال فتحة بثق (Nozzle) الموجودة فى الماسورة الناقلة للمياه. فتحة البثق تكون ملساء وتقلل مساحة مرور المياه، بما يزيد من سرعة التدفق. لهذا طبقا لقاعدة برنولى فإن ضغط الماء فى الماسورة ينخفض مع زيادة سرعة التدفق وبالعكس. عند زيادة سرعة الماء عند أى نقطة نتيجة تقليل المساحة كما فى النقطة A شكل (١٣٥) قرب البائق يحدث نتيجة لذلك خفض فى الضغط عند هذه النقطة.

فى حالة سرعة التدفق عند البائق كبيرة بما فيه الكفايه فإن الضغط عند النقطة A سينخفض بما يكفى لسحب المياه الى الفنتورى (Venture) خلال فتحة عند هذه النقطة، وهذه المياه تضاف الى اجمالى حجم المياه المتدفقه فوق النقطة A. الزيادة المتدرجة فى حجم ماسورة الفنتورى حتى الحجم الكامل للماسورة يقلل من السرعة مع أدنى إضطراب ويستعاد الضغط فى الماسورة عند النقطة B. ناقص الفقد فى الضغط بسبب الإحتكاك.

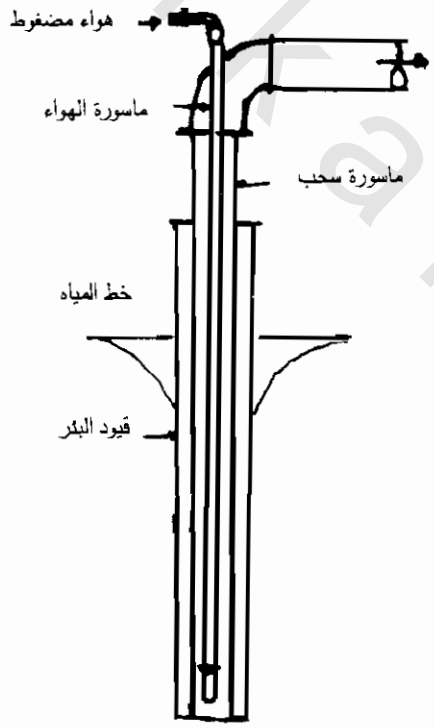
المحرك فى طلمبه البثق هو طلمبه طرد مركزى التى تعمل على تدفق المياه خلال البائق وتحافظ على كل التدفق خلال ماسورة المأخذ فوق هذه النقطة. ويتكون هذا التدفق المتحد من المياه الدائرة (Recirculating) والمياه المسحوبة عند النقطة A من البئر. الجزء من المياه المأخوذ من البئر يستمر حتى محبس التحكم عن النقطةC ثم الى الاستخدام أو التخزين بينما الحجم اللازم لحدوث التدفق يتم تدويره خلال ماسورة خط الضغط. يتم ضبط محبس التحكم (آليا أو يدويا) للمحافظة على الضغط الضرورى لحدوث التدفق عند الطلمبه. لا يتم ضخ المياه بعد المحبس للاستخدام او التخزين حتى مرور المياه الكافية خلال خط الضغط لانتاج الضغط اللازم عند البائق.

لزيادة ضغط الصرف (الرفع) يلزم زيادة قدرة الطلمبه وذلك بزيادة المراحل لطلمبة

الطرد المركزى حيث يزداد الضغط وقوة الحصان المطلوبه طبقا لعدد الدافعات. حجم المياه يظل ثابت مثل كل الطلمبات ذات الدافع. يمكن اضافة نظام البثق فى تجهيزات السحب والرفع (Suction - Lift) حيث يمكن زيادة قدرة السحب والرفع فوق المستخدم بطلمبه الطرد المركزى التقليدية وان كانت هذه الطلمبة للسحب من الآبار العميقة حتى قطر٢" (٥١ مم).



شكل (١٣٥) طلمبه البثق تستخدم تصميم باثق وفنشورى لضخ المياه



شكل (١٣٦) طلمبه الرفع الهوائى

٥- طلمبة الرفع الهوائي: شكل (١٣٦): Air Lift Pump

تعمل على أساس انه فى حالة نقص كثافة المياه فى القيسون فإنها ترتفع الى أعلا من مصدرها (حيث الكثافة العادية) . عند دفع تيار مستمر من الهواء الى قاع القيسون فإن الماء والهواء يختلطا ويرتفعا فى القيسون الى مستوى أعلا من المنسوب الأصلى للماء. وتستخدم طلمبه الرفع الهوائى فى حالة إحتواء المياه على رمال أو على أحماض أو قلويات أو مواد عالقة تسبب تلف لأجزاء الطلمبة.

أمثلة تطبيقية" :

المثـــــال الأول: طلمبة طرد مركزى مطلوب لها رفع ٢,٥ متر مكعب فى الثانية لارتفاع ٧ أمتار. بفرض الفقد الكلى فى الضغط ٠,٣ متر. إحسب أدنى قوة حصان للموتور لتشغيل الطلمبه اذا كانت كفاءتها ٧٠٪

الحل: إجمالى ضغط الرفع = ٧ + ٠,٣ + ٧,٣ متر

$$\text{قوة الحصان للماء} = \frac{H \times Q}{75} = \frac{١٠٠٠ \times ٧,٣ \times ٢,٥}{٧٥}$$

$$\text{قوة الحصان لأداء المحرك } Bh_P = \frac{١٠٠٠ \times ٧,٣ \times ٢,٥}{٠,٧ \times ٧٥} = ٣٤٨ \text{ حصان}$$

$$\text{كيلووات ساعة} = \frac{١٠٠٠ \times ٢,٥ \times ٧,٣ \times ٠,٧٤٦}{٠,٧ \times ٧٥} = ٢٦٠ \text{ كيلوات ساعة.}$$

المثال الثانى:

مطلوب إمداد تجمع سكنى لعدد ١٠٠,٠٠٠ مواطن بمعدل ١٥٠ لتر فى اليوم من نهر على مسافة ٢ كم. الفرق فى المنسوب بين أدنى منسوب للمياه فى النهر وخزان المياه ٣٦ متر. إذا كان المطلوب توفير المياه فى ٨ ساعات عين قطر ماسورة خط المياه وقوة الحصان

للأداء اللازمة للطلمبات (Bh_P). بفرض F = ٠,٠٠٧٥ سرعة المياه فى الماسورة ٢,٤ متر فى الثانية وكفاءة الطلمبة ٨٠٪.

الحل :

إحتياجات التجمع السكنى = ١٠٠,٠٠٠ X ١٥٠ لتر/ يوم

أقصى احتياج للتجمع السكنى = ١٠٠,٠٠٠ X١٥٠ X ١,٥ = ٢٢,٥X ١٠^{٦} لتر/ اليوم

$$= \frac{٦١٠ \times ٢٢,٥}{٨ \times ٦٠ \times ٦٠} = \text{لتر / ث}$$

= ٠,٧٨١ متر مكعب فى الثانية

اقصى سرعة للمياه ٢,٤ متر/ث

مساحة مقطع الماسورة = $\frac{Q}{V}$ = $\frac{٠,٧٨١}{٢,٤}$ = ٠,٣٢٥ متر مربع

∴ قطر الماسورة = $\sqrt{\frac{٠,٣٢٥}{\pi} \times ٤}$ = ٠,٦٤٣ متر

= ٠,٦٥ متر

إجمال الرفع ٣٦ متر

الفقد بالاحتكاك $H_F = \frac{F_1 LV^2}{2g.D}$

مع = $\frac{٤ \times ٠,٠٠٧٥ \times ٢٠٠٠ \times (٢,٤)^{٢}}{٢ \times ٩,٨١ \times ٠,٦٥}$

= ٢٧ متر

obeikandl.com

يلاحظ أنه يلزم إدخال معامل أمان لتقدير الاحتكاك وذلك بضرب نتيجة المعادلة فى المعامل ٣ أو ٤ نظرا لاحتمالات التغير فى طبيعة السطح الداخلى للمواسير والترسيبات.

إجمالى الرفع للطلمبة = ٣٦ + ٢٧ = ٦٣ متر

قوة الحصان للماء $\frac{W \times Q \times H}{75 \times \text{معامل}}$

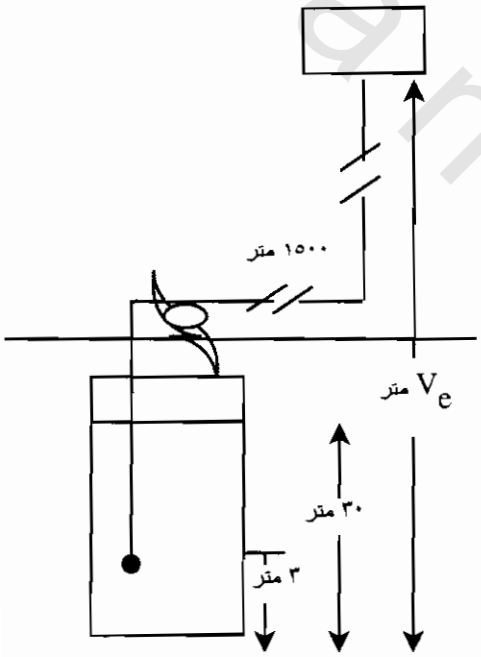
$$= \frac{٦٣ \times ٠,٧٨١ \times ١٠٠٠}{٧٥ \times ٠,٨}$$

= ٨٢١ حصان

استهلاك طاقة كهربية = ٨٢١ × ٠,٧٤٦ = ٦١٢ كيلوات ساعة

مثال رقم (٣)

يلزم ضخ مياه من خزان عمق المياه حوالى ٣ متر وأقصى منسوب بالمياه ٣٠ متر والرفع الى خزان علوى حتى ٧٥ متر بمعدل ثابت ٩ × ١٠^{٥} لتر فى الساعة والمسافة ١٥٠٠ متر. احسب القطر الاقتصاد لمواسير خط المياه وقوة الحصان للطلمبة كما فى الشكل التالى:



معدل الضخ للطلمبة = $\frac{٩ \times ١٠^{٥}}{٦٠ \times ٦٠ \times ١٠^{٣}}$ = م٣ / ث

باستخدام معادلة Lea يكون القطر الاقتصادى للمواسير هو:

$$D = 1.22 \sqrt{Q}$$
$$= 1.22 \sqrt{0.25}$$
$$= 0.61 \text{ m}$$

السرعة فى المواسير = $\frac{Q}{A} = \frac{0.25}{\Pi/4 \times (0.6)^2}$ = 0.855 (M/sec)

الرفع للطلمبه = ٧٥- ٣٠ + ٣ = ٤٨ متر

الفقد بالاحتكاك فى المواسير (H_f) = $\frac{FLV^2}{2gd}$

$$= \frac{٤ \times ٠,٠١ \times ١٥٠٠ \times (٠,٨٥٥)^2}{٢ \times ٩,٨١ \times ٠,٦١}$$

= ٣,٦٩٥ متر

الرفع الكلى للطلمبه = ٤٨ + ٣,٦٩٥ = ٥١,٦٩٥ متر

قوة الحصان = $\frac{w \times Q \times H}{75}$

$$= \frac{٥١,٦٩٥ \times ٠,٢٥ \times ١٠٠٠}{٧٥}$$

= ١٧٢,٣١٦ = ١٧٣

الطاقة الكهربية بالكيلوات = ١٧٣ X ٠,٧٦٤ = ١٢٩ كيلوات

obeikandl.com

اختيار الطلمبة PumpSelection

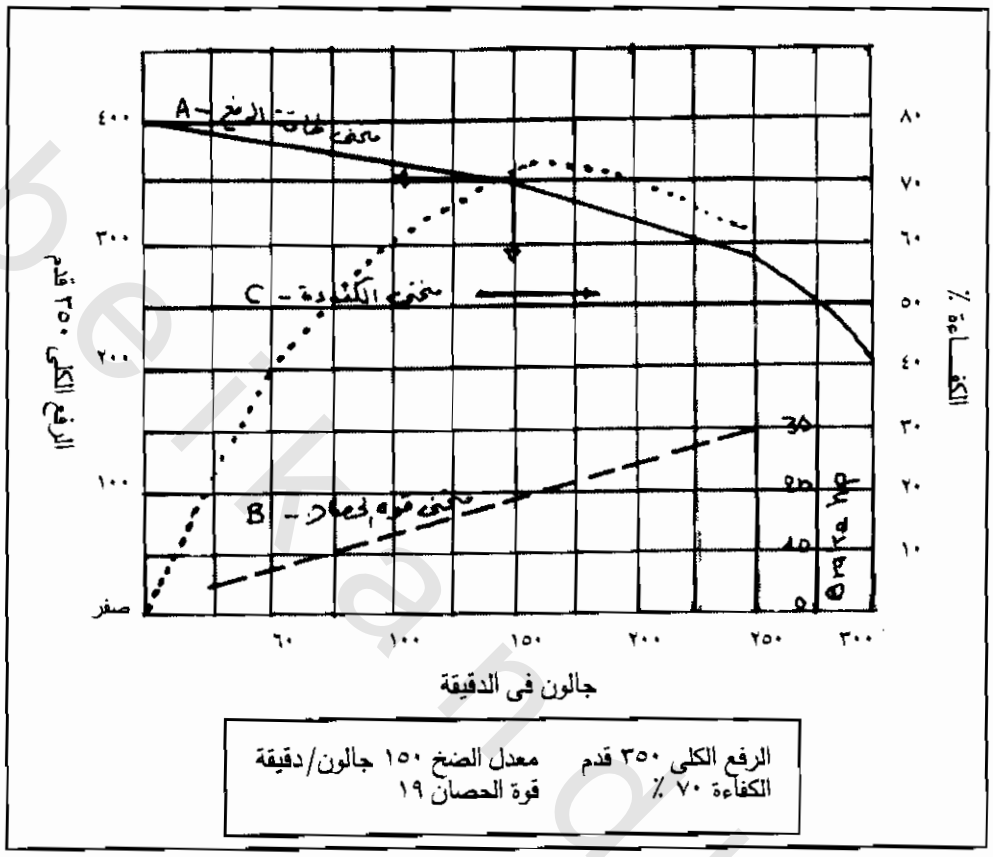
يتم اختيار نوع الطلمبه بما يعطى أفضل خدمة اقتصادية خلال فترة زمنية معينة عند الضخ فى ظروف معينة وتؤخذ العوامل التالية عند الإختيار.

الطاقة- عمق الضخ- مسافة الرفع- نوع طاقة التشغيل- الثمن- الكفاءه- اعتبارات ميكانيكية. خصائص الطلمبة تتوفر على منحنيات الطلمبة المتوفرة لمختلف أنواع الطلمبات.

المنحنيات الخاصة بطلمبه الطرد المركزى موضح فى الشكل (١٣٨) وهذه المنحنيات هى:

- العلاقة بين الرفع ومعدل التصرف عند التشغيل بسرعة ثابتة. وهذا المنحنى يوضح معدل الضخ (جالون فى الدقيقة) عند الرفع أو الضغط لمسافات مختلفة (منحنى A)
- قوة الحصان: اللازم توفيرها للطلمبة لاعطاء معدلات ضخ مختلفة عند الرفع لمسافات مختلفة (منحنى C)
- كفاءة الطلمبة: وهذا نتيجة قسمة الطاقة الناتجة بالطاقة الداخلة. (المنحنى C) الانخفاض فى التصرف (جالون لكل كيلوات ساعة) لمستخدمة يوضح الانخفاض فى كفاءة الطلمبة.

الاختبار لا يتوقف على الكفاءة او الثمن فقط. بل يجب الأخذ فى الاعتبار العوامل الأخرى بالاضافة الى عوامل الانشاء وتكاليف الصيانة ومدة الاستخدام المتوقعة. كما يراعى ان خفض تكاليف الانشاء ليس بالضرورة هو أقل التكاليف الأولية للطلمبة.



شكل (١٣٧) منحنيات الطلمبة

المحابـــس

٦- أنواع المحابس:

توجد أنوع كثيرة من المحابس ذات الأحجام المختلفة والأشكال المختلفة. ورغم هذا يظل الاستخدام الرئيسى للمحابس هو نفسه إما لإيقاف أو بدء الضخ للمياه أو لتنظيم التدفق. ويشمل تنظيم التدفق، اليثق (Throttling)، منع التدفق العاكسى للمياه، وتنظيم الضغط فى الشبكة.

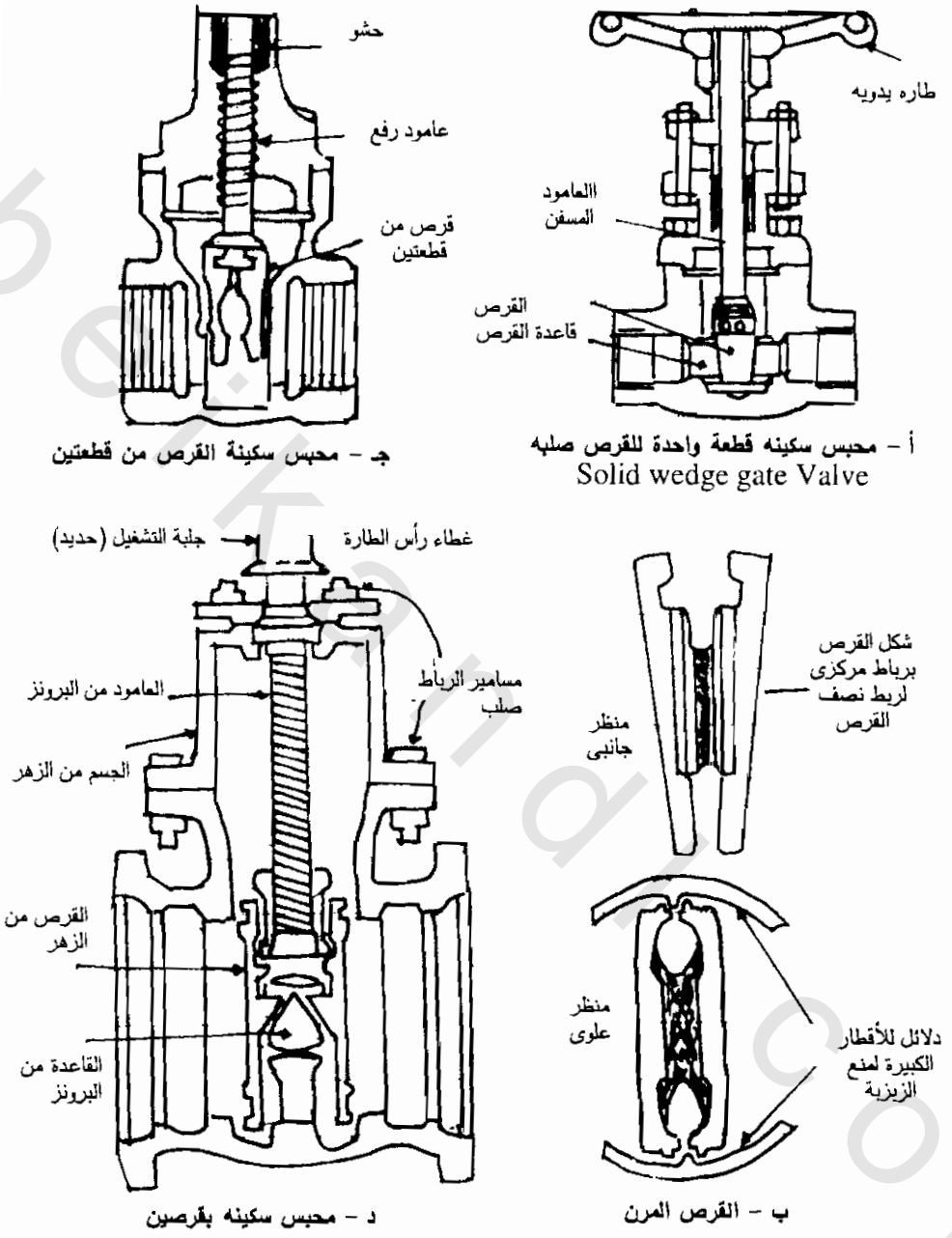
ويبنى إختيار المحبس على أساس إستخدام المحبس وتصميمه. توجد ثمانيه أنواع رئيسيه لتصميم المحابس وهى:

أ- محبس القفل أو محبس السكينه أو محبس بوابة التحكم:

(Gate or Sluice valve)

يتميز هذا المحبس برخص التكاليف ويستخدم عادة فى مشروعات المياه حيث يوفر أقل مقاومة لتدفق المياه عن باقى المحابس. محابس السكينه توضع فى خطوط المياه الرئيسية الحامله للمياه من المصدر الى الشبكة (المدينة) بفواصل ٣- ٤ كيلو متر بما يقسم خط المواسير الى قطاعات مختلفة. أثناء الاصلاح يمكن عزل قطاع بقفل المحبس.

تستخدم محابس السكينه للفتح التام أو القفل التام. نظرا للاهتزاز الزائد والنحر الناتج عن القفل الجزئى للمحبس، فإن هذه المحابس لا تستخدم فى اليثق أو تنظيم التدفق. ويصنع المحبس من الزهر. ويتكون من القرص (الرغيف) الدائرى الذى يقوم بغلق الفتحات فى المحبس. القرص (Disk) متصل بالجلبة (Nut) أو العجلة أعلاه بواسطة العامود المسنن (Stem) الذى يمر خلال سدادة (Gland) وعلبة التروس. عند دوران العجلة يرتفع العامود المسنن إلى أعلا حيث يرتفع معه القرص. عندئذ تصبح فتحات المحبس غير مغطاه. يمكن قفل المحبس بتدوير العامود فى الإتجاه الآخر، ركائز القرص تصنع من النحاس الأصفر أو البرونز أو الصلب. يتم توصيل فتحتى المحبس اما بالفلنجات أو بالسنون (Screwed) أو راس



شكل (١٣٨) نماذج لمحبس السكينة (القفل) Gate Valve

وزيل. محابس السكينة الصغيرة تدفن تحت الأرض ويتم تشغيلها من على سطح الأرض خلال صندوق التشغيل. المحابس ذات الأقطار الكبيره توضع فى غرف تحت سطح الأرض ويتم تشغيلها باستخدام التروس (Gearing). هذا المحبس يناسب للمياه والغاز والهواء والبخار.

النوع الثانى هو محبس السكينة بالقرص المرن (Flexible Wedgé) يستخدم فى حالات التغير فى درجات الحرارة حيث يوفر قفل وفتح جيد فى مختلف درجات الحرارة.

النوع الثالث من محابس السكينه هى المحبس حيث القرص من قطعتين.

أشكال محابس السكينه شكل (١٣٨ – أ)، (١٣٨– ب)، (١٣٨– جـ).

عند إنشاء المحبس زو القرص من قطعتين أو من قرصين يجب أن يكون عامود المحبس فى الوضع العمودى لتفادى حدوث إبتعاد الأقراص عند بعضها قبل القفل (المحبس فى الوضع الرأسى).

ب - المحبس الشبه كروي: شكل (١٣٩) GlobeVolve

المحابس شبه كروية ليست مثل محابس السكينه حيث تستخدم فى حالات الاستخدامات الكثيره و/ أو يثق التدفق. وتصميم المحبس الكروى يجعله أقل عرضه للتآكل بالاحتكاك (Seat Erosion Toa Minimun) بينما يجعله محبس سهل فى التشغيل. عند بدء التدفق فى المحبس الشبه كروى فإن القرص يتحرك بعيدا تماما عن قاعدة إرتكازه بما يقلل البرى بالاحتكاك. توجد ثلاثة أنواع من شكل جسم المحبس.

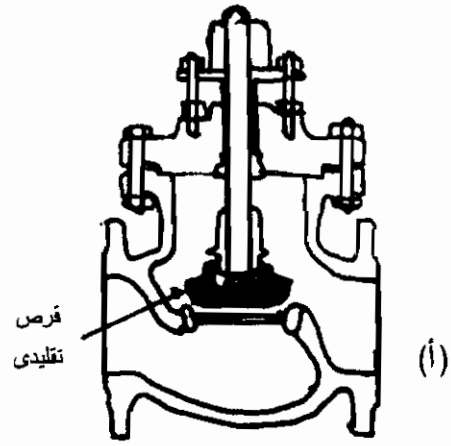
المحبس بزاوية (أ) Angle Style

المحبس على شكل Y (ب) Y- Pattern

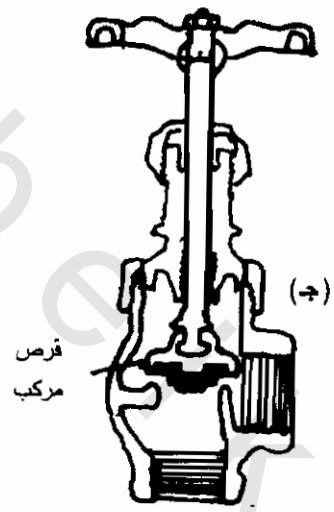
المحبس على شكل T (جـ) T-Pattern وهو الاكثر شيوعا– تدفق مستمر.

(جـ) المحبس بزاوية:

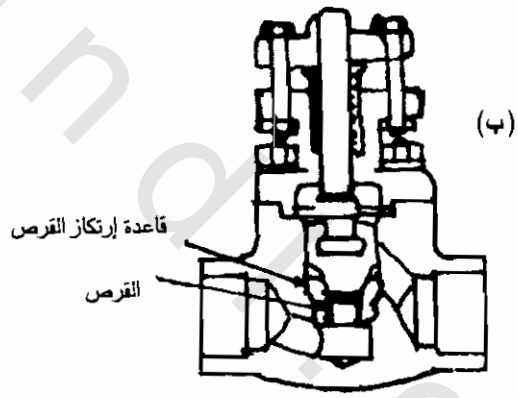
وهو يوفر تغير فى إتجاه ٩٠° وهذا يوفر فى المواد والمساحة والوقت للانشاء فى كثير من الانشاءات. تصميم محبس الزاوية يوفر إعاقة أقل عن المحبس التقليدى حرف T ولكن أكثر عن المحبس حرف Y.



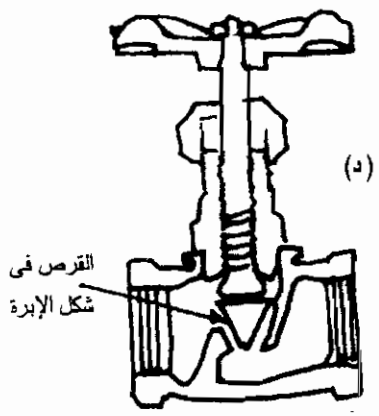
محبس شبه كروى بالقرص التقليدى
GlobeValve with conventiaL Disk



محبس شبه كروى بزاوية – قرص مركب
Angle Globe valve
Composition Disk



محبس شبه كروى بالقرص السداده
Plug Disk GlobeValve



محبس شبه كروى – القرص فى شكل الإبره
GlobeValve- Needlle Disk

شكل (١٣٩) المحبس الشبه كروى
Globe Valve.

(٢) المحبس علي شكل Y:

نظرا لأن زاوية العامود هى ٤٥ – ٦٠° فإنها توفر إعاقة قليلا جدا للتدفق. وهذا النوع مناسب جدا فى الاستخدامات التى تتطلب الامتلاء الكامل للتدفق فى المحبس. ويستخدم فى صرف الغلايات، وفى حالات وجود مواد عالقة مثل الطين أو الرمال أو السوائل اللزجة.

(٣) الأنواع الرئيسيه للمحابس الشبه كرويه طبقا لقاعدة الارتكاز هي: شكل (١٣٩)

(أ) القرص التقليدى Convential Disk

(ب) القرص السدادة Plug Disk

(جـ) القرص المركب Composition Disk

(د) محبس الإبره Needle Valve

المحبس الشبه كروى التقليدى:

يستخدم قرص قصير الذى يرتكز تماما على قاعدة للقفل والبثق.

عندما تكون التدفقات يمكنها أن تحدث ترسيبات على قاعدة إرتكاز القرص يفضل استخدام المحبس ذو القرص التقليدى حيث عادة يخترق هذه الترسيبات ويرتكز تماما.

المحبس بالقرص السدادة":

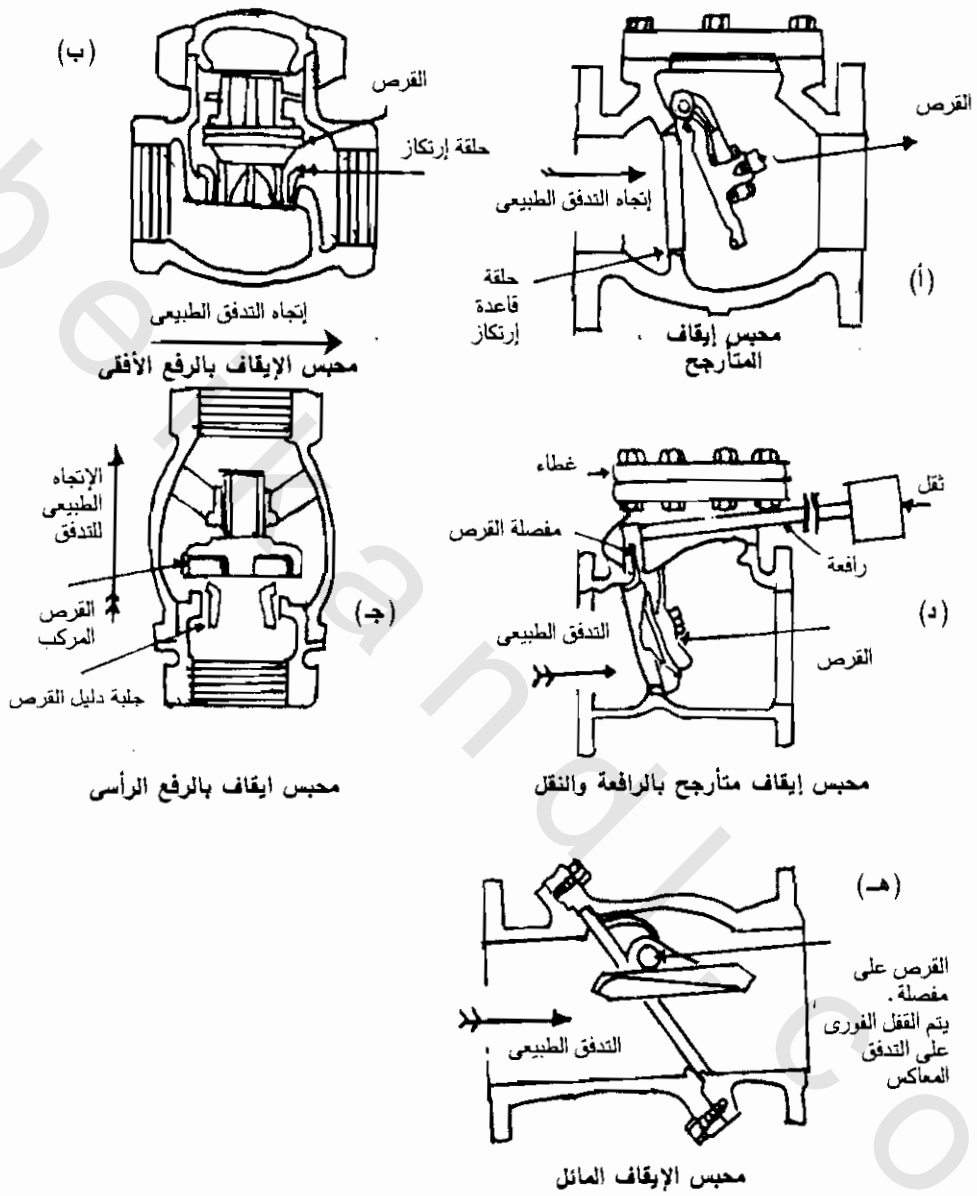
يختلف محبس بالقرص السدادة فى أن قرص السدادة وقاعدة إرتكازه أطول وأكثر فى الشكل المستدق (Tapered). وهذا الشكل يساعد على مقاومة التآكل ومقاومة البرى بالاحتكاك

محبس الشبه كروي بالقرص المركب

هذا المحبس له قرص مستوى الذى يستوى على قاعدة الارتكاز وليس فيها.

محبس الابره:

محبس الابره نوع آخر من المحابس الشبه كرويه الذى يستخدم فى حالة دقة البثق (Accurate Throttling) فى الاستخدامات عالية الضغط ودرجة الحرارة. وتستخدم محابس



شكل (١٤٠) محابس إيقاف (عدم الرجوع) CheckValves

الابره فى الخطوط ذات القطر الصغير والتى تتطلب البثق الهادىء للفازات، الأبخرة، الزيت، الماء أو أى سائل آخر خفيفه. يتكون المحبس من عامود ذو نهاية مدببة الذى يتحكم فى التدفق خلال القاعدة.

جـ- محبس الإيقاف (عدم الرجوع): شكل (١٤٠) CheckValve

تستخدم محابس الإيقاف لمنع وإيقاف التدفق المعاكس فى المواسير والمعدات المتصلة بها.

نوعى محابس الإيقاف الرئيسية هما :

الإيقاف بالتأرجح (أ) Swing Check.

الإيقاف بالرفع الأفقى (HorisontalLift) والإقفاف الرأسى (Vertical Lift).

(أ) محبس الإيقاف المتأرجح يتكون من قرص معلق على مفصله وهو يتأرجح للفتح فى حالة تدفق المياه فى الإتجاه الصحيح ويتأرجح للقفل فى حالة التدفق فى الاتجاه المعاكس. نظرا لتأرجح القرص فإنه من المهم فى تركيب محابس الإيقاف بالتأرجح أن يقفل المحبس بالجاذبية. عند تمام الفتح فإن محبس الإيقاف بالتأرجح يوفر مقاومة أقل من محبس الإيقاف بالرفع ومحابس الإيقاف المتأرجحه ذات رافعة خارجية ونظام وزن. أو القرص المحمل على زنبرك يمكن أن يسهل القفل الفورى للتدفق المعاكس. هذا القفل المفاجىء يقلل من إحتمال الصدمه وتلف القرص. محبس الإيقاف بالقرص المتأرجح المائل هو نوع آخر يستخدم للمساعدة فى منع القفل العنيف.

(٢) محبس الإيقاف بالرفع (Lift Check Valve):

يستخدم هذا المحبس فى خطوط المياه حيث لا يعتبر إنخفاض الضغط خطير.

نظام التدفق خلال المحبس يشابه المحبس الكروى. يوجد نوعين من محابس الإيقاف بالرفع بالتصميم الأفقى والرأسى.

محبس الإيقاف بالرفع بالتصميم الرأسى تستخدم فى حالة التغذية للخطوط الرأسية ولا يستخدم فى الإتجاه الأفقى أو المقلوب.

من المهم عند تركيب أى محبس إيقاف بالرفع أن القرص أو الكره ترتفع عموديا أثناء التشغيل.

د- المحابس ذات المجري الجانبي: By- PassValves شكل (١٤١)

فى حالة المحابس الضخمة حيث الضغط العالى و/ أو درجة الحرارة العالية. يركب عادة محبس صغير لتسوية الضغط و/ أو للسماح للتدفقات تحت التيار للشحن قبل فتح المحبس البعيد.

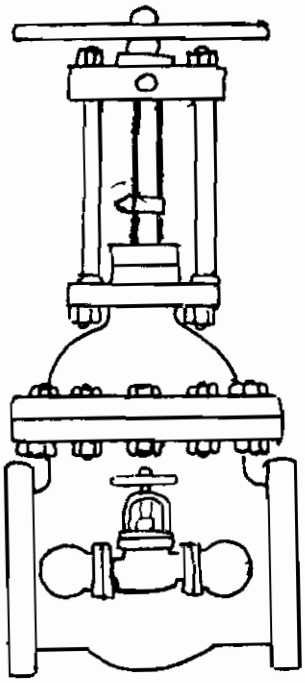
هـ- محبس الغشاء: Diaphragm Valve شكل (١٤٢ أ، ب)

أكثر محابس الرواخ استخدام هى ذات الهدار (Weir Type). ويحتوى المحبس على مقطع مرتفع فى نصف المسافة خلال المحبس الذى يعمل كنقطة قفل للرواخ المرن. بسبب تكون الرواخ فى جسم المحبس فإن الحركة تختصر والتى بالتالى تسبب زيادة فى عمر الرواخ وتقلل من الصيانة.

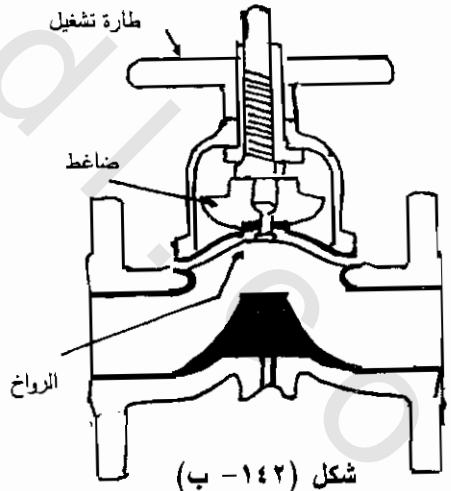
محابس الرواخ ذات الطريق المستقيم ليس بها هدار وهذا يزيل طريق التدفق فى المحبس والذى يناسب للتدفقات اللزجة أو المحتويه على مواد صلبة. توجد أنواع كثيرة من مادة الرواخ التى تناسب الاستخدامات المختلفة ودرجات الحرارة. وفى مجال المياه يستخدم المطاط الطبيعى لصناعة الرداخ والذى يناسب الاستخدام فى درجات الحرارة من – ٢٠°م حتى ٨٠°م.

و- محبس الضغط: Pinch Valve شكل (١٤٣)

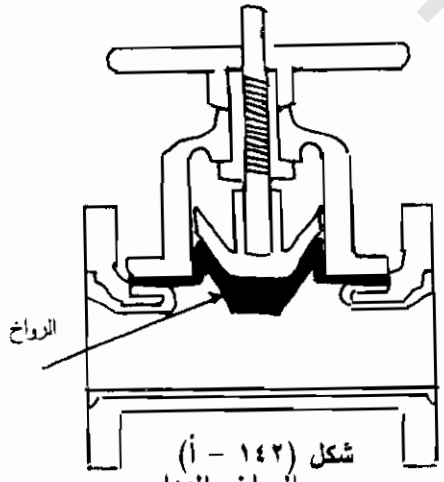
محبس الضغط مثل محبس الرداخ الذى يستخدم رداخ مرن فى قفل وفتح المحبس. يستخدم أسطوانة مرنة مفرغة والتى عند الضغط تقفل لإيقاف التدفق إما يدويا أو باستخدام الطاقة. محبس الضغط الموضح فى الشكل يعمل بالهواء. هذا المحبس مناسب للاستخدامات التى تحتوى مواد عالقة، أو اللزجة أو مساحيق المواد الصلبه.



شكل (١٤١) محبس بالممر الجانبى
حيث توازى أعمدة كلا المحبسين

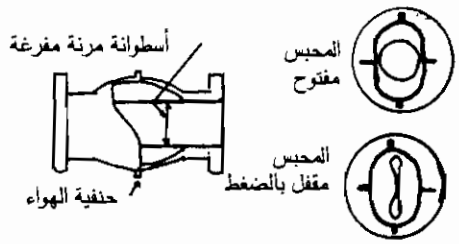


شكل (١٤٢- ب)
محبس الرواخ بدون هدار

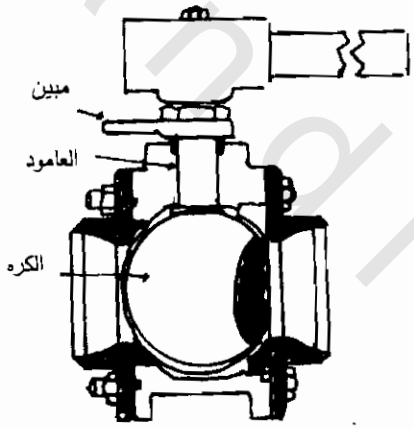


شكل (١٤٢ - أ)
محبس الرواخ بالهدار

شكل (١٤٢) محبس الهدار



شكل (١٤٣)
محبس ضغط يعمل بالهواء



شكل (١٤٤)
محبس الكره لخفض التدفق

obeikandl.com

ز - محبس الكره: شكل (١٤٤) Ball Valve

محبس الكره كما هو واضح من الاسم يحتوى على سدادة على شكل كره فى جسم المحبس والتى تنظم التدفق. يوجد فى الكره وخلال منتصفها فتحة دائريه أو مسار للتدفق وعند الدوران ربع دورة يتوقف التدفق. محبس الكره يوجد فى ثلاثة أشكال عامة. وهى إما تكون فتحة الكره لمسار التدفق (القطر الداخلى لمسار التدفق) يعمل كفنتورى أو ممتلىء أو لخفض التدفق. كما يمكن أن يكون جسم المحبس من قطعة واحدة أو من عدة قطع.

ج - محبس الفراشة: شكل (١٤٥) Butter Fly Valve

محبس الفراشة يوفر سهولة فى التصميم لكونه خفيف الوزن مدمج غير مكلف وخاصة فى حالة المحبس كبير الحجم. وهو يتكون من قرص مستوى مستدير معلق فى منتصفه (بمفصلة) التى تقفل أو تفتح تماما بربع دورة. يرتكز القرص على ركائز معدنيه أو بعض مواد البلاستك. ونظرا للتطور فى مادة الإرتكاز فقد إستخدم فى مجال الزيوت والغاز، الكيماويات والمياه. يستخدم المحبس عادة بديلا عن محبس القفل (السكينه) ولكن له ميزة إضافية وهى تنظيم التدفق. يوجد محبس الفراشة فى نوعين أساسيين لجسم المحبس.

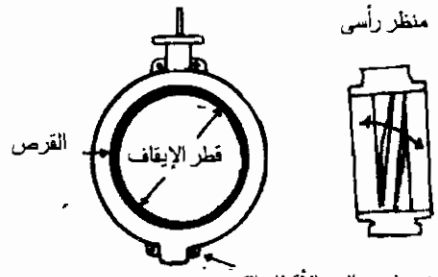
النوع المتردد (المحمول) Wafer Type

النوع ذو الفلنجتين DoubleFlanged Type

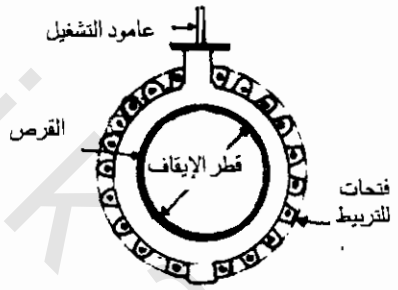
النوع المستخدم فى المياه شكل (١٤٥-أ) يوضع بين فلنجتين ويثبت فى مكانه بمسامير الفلنجة فى حالة الحاجة الى فك أحد الفلنجات لأغراض الصيانة أو الاصلاح لمعدة أو لخطوط المياه يستخدم المحبس شكل (١٤٥-ب) وذلك فى حالة إزالة أحد الفلنجات. محبس الفراشة بالفلنجات شكل (١٤٥-جـ) عليه فلنجتين حيث يمكن ربطهما فى فلنجات المواسير أو المعدات.

ط - محبس السدادة: شكل (١٤٦) Plug Valve

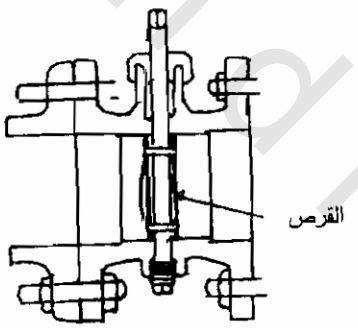
عبارة عن سدادة مستوية الأجناب أو مستدقه الطرف (Tapered) التى يمكن تدويرها ربع لفة فى جسم المحبس. الربع لفه تعطى قفل تام أو فتح تام للمحبس. يوجد نوعين من



(أ) محبس فراشه للمياه محمول ويحشر بين فلنجيتن

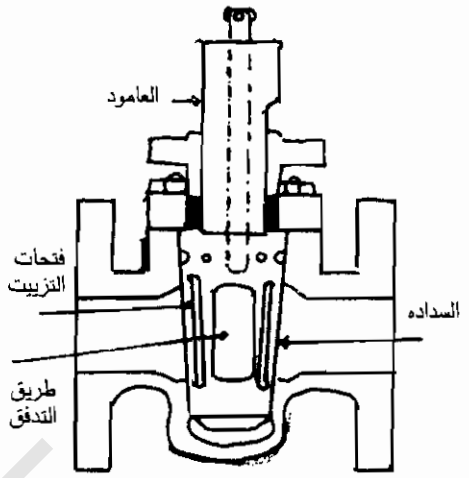


(ب) محبس فراشه للمياه محمول
ويتم تربيطه بين فلنجتين

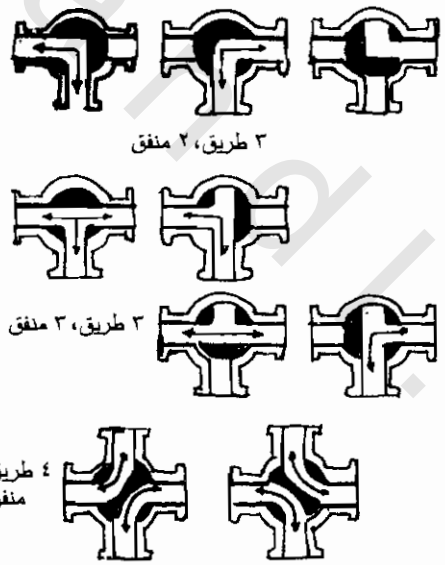


(ج) محبس فراشه مزود بفلنجتين

شكل (١٤٥)
أنواع محابس الفراشة
Butter Fly Valves



شكل (١٤٦)
محبس السداده (أ)



شكل (١٤٦) ب
محبس متعدد سدادة المنفذ

شكل (١٤٦) محبس السداده

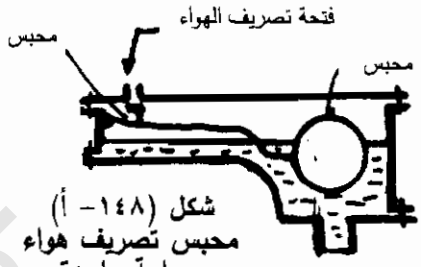
محبس السدادة. وهما السدادة التى يتم تزييتها والسدادة التى لا يتم تزييتها. ولا يستخدم الحالة الأولى عند تجنب تلوث التدفقات. محبس السدادة يمكن أن يعمل فى أكثر من إتجاه شكل (١٤٦- ب).

ي - محبس التحرر من الضغط: Pressure ReliefValve شكل (١٤٧)

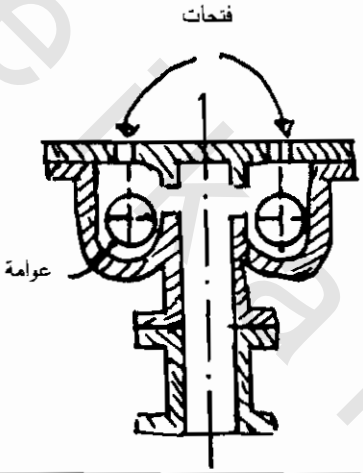
هذا المحبس يعمل على التخلص من الضغط العالى فى خطوط المواسير. وهو يتكون أساسا من قرص يتم التحكم فيه بواسطة زمبرك الذى يمكن ضبطه لأى ضغط. عند زيادة الضغط فى خط المواسير عن الضغط المطلوب فإن القرص يدفع من قاعدة إرتكازه عندئذ يتحرر الضغط خلال المواسير. ويستخدم هذا الصمام عند تغذية منطقة بضغط أقل من ضغط المياه فى الخط الرئيسى مع المحافظة على الضغط فى الخط الرئيسى.

(ك) محبس التحرر أو تصريف الهواء: (Air- Relief Valve) شكل (١٤٨).

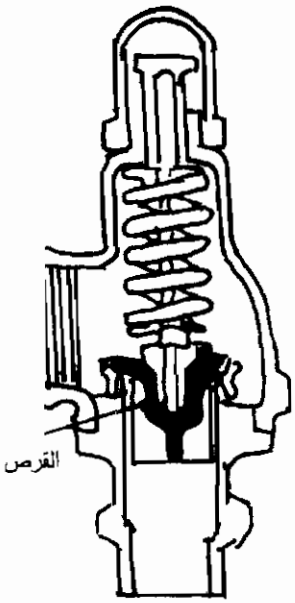
عند دخول المياه فى خط المواسير فإنها تحتوى على كمية من الهواء والتى تتراكم فى النقط المرتفعة للخط. عند زيادة كمية الهواء فإنها تسبب توقف تدفق المياه. لذلك فإنه من الضرورى إزالة تراكمات الهواء من خط المواسير. يتكون هذا المحبس من غرفه من الحديد الزهر مثبته بمسامير رباط على فتحة فى أعلا نقطة فى خط المياه. يتم ضبط عوامة لها وزن معين ورافعه فيها ليكون عند إمتلاء الغرفه بالماء تحت ضغط من خط المياه أسفله فإن العوامة والرافعة تظل مرفوعة بما يمنع خروج المياه من المحبس. ولكن عند تراكم الهواء عند قمه المحبس بما يكون بعض الضغط فإن منسوب المياه ينخفض وتنخفض العوامة فى الماء مع الرافعة ويفتح المحبس. الهواء المتراكم يخرج خلال الفتحة. يرتفع ثانيا منسوب المياه بما يرفع العوامة ومن ثم قفل المحبس. وبهذا فإن هذه المحابس تعمل آليا الشكل (١٤٨) يوضع نوعين من المحابس. محبس تصريف الهواء بعوامه واحدة لأقطار خطوط رئيسية حتى ٣٠"، المحابس بعوامتين للأقطار الأكبر، ولأقطار المواسير من ٢"-٤ "يكون قطر المحبس ١، ولاقطار ٥"- ١٠" قطر المحبس٢" ولأقطار ١٠"-١٥" قطر المحبس ٣"، ولأقطار١٦"- ٢٠" قطر المحبس ٤"، ولاقطار ٢١"- ٢٤" قطر المحبس٦".



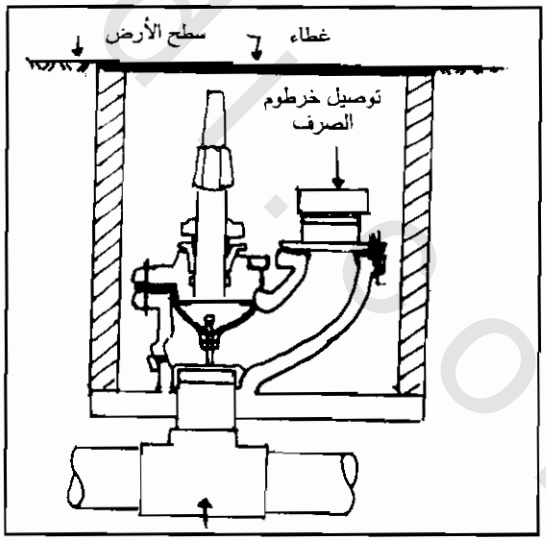
شكل (١٤٨- أ)
محبس تصريف هواء
بعوامة واحدة



شكل (١٤٨- ب)
محبس تصريف هواء بعوامتين



شكل (١٤٧)
محبس التحرر من الضغط
Pressure Relief Valve



شكل (١٤٩- أ)
حنفية الحريق بالبثق
Flush Hydrant

١١- محابس الغسيل: Drain Valves

عند أدنى نقطة فى خط المياه تركب فرعة جرف T والتى يركب عليها محبس الغسيل وعند فتح محبس الغسيل فإن المياه تندفع وتزيل كل الرواسب من الخط الرئيسى.

٧- حنفية الحريق: شكل (١٤٩) Hydrant

تستخدم حنفية الحريق لسحب المياه من الخطوط الرئيسية لمقاومة الحرايق، ولرى الحدائق ولتنظيف خطوط الصرف الصحى واستخدامات أخرى. وتركب على كل تقاطعات الطرق وعند كل ١٠٠- ١٣٠ متر على إمتداد الطريق.

عند رش المياه على الأدوار العليا يركب الخرطوم على فتحة الحنفية المتصل بماكينة ضغط المياه لتوفير الضغط اللازم لخرطوم الحريق.

عادة يكون ضغط المياه فى خط المياه عند مواقع حنفيات الحريق كالآتى:

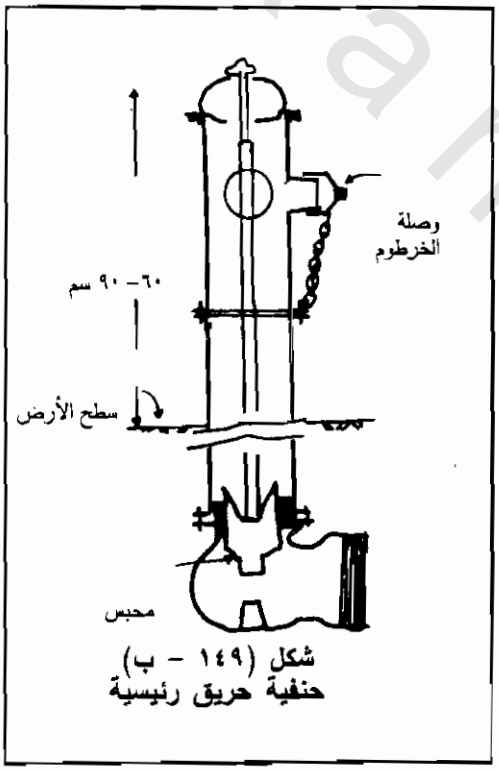
من ٧- ١٤ متر إذا كان الضخ خلال محرك

من ٣٥- ٥٠ متر فى حالة عدم استخدام الضخ وأن المياه تندفق مباشرة من حنفية الحريق الى مكان الحريق.

يوجد نوعين من طفايات الحريق:

حنفيات تدفق مياه الحريق Flash Hydrant شكل (١٤٩- أ)

حنفيات الحريق الرئيسيه Post Hydrant شكل (١٤٩- ب).



شكل (١٤٩ - ب)
حنفية حريق رئيسية

٨ - أوضاع المحابس: Position Of Valves شكل (١٥٠)

لتحقيق كفاءة التشغيل للطلمبات واستمرار الضخ فى خط المياه، فإن بعض المحابس يتم تركيبها فى خط المياه فى أماكن متعددة.

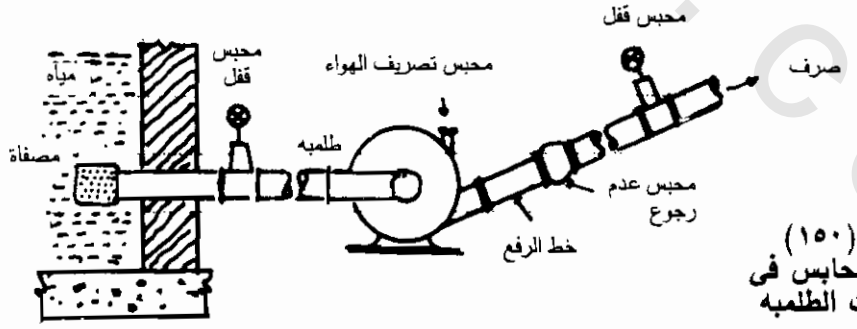
يركب محبس قدم (Foot Valve) عند نهاية ماسورة السحب (Suction) وذلك بهدف المحافظة على بقاء المياه فى ماسورة السحب ومنع المياه من التدفق الى أسفل وذلك يوفر عدم الحاجة لتحضير الطلمبه.

يركب محبس عدم رجوع (Reflux or Check Valve) بعد الطلمبه فى خط المياه الصاعد وذلك لمنع إرتداد المياه عند توقف الطلمبه أثناء الاصلاح أو فى حالات التوقف. وهذا المحبس سوف يحافظ على الطلمبه من التدمير الناتج عن الضغط المضطرب لارتداد المياه (Surges of Pressure).

على جانب المخرج يركب محبس سكينه (محبس قفل) لقفل الخط أثناء اصلاح الطلمبه. فى حالة تركيب الطلمبه أسفل منسوب المياه فى خزان المياه، يكون من الضرورى كذلك تركيب محبس فى جانب السحب لمنع تدفق المياه أثناء الاصلاح.

لمنع الانفجار والتلف لخطوط الرفع يركب محبس خفض الضغط والذى لا يسمح برفع الضغط بعد حد الأمان المعين. ويكون إستخدام محابس خفض الضغط ضرورى فى حالة الطلمبات الترددية (Reciprocating) يلزم كذلك تركيب أجهزة قياس الضغط على جانبى السحب والرفع للطلمبه الذى يوضح الضغوط فى خطوط المواسير.

فى بعض الحالات توضع أجهزة قياس على خط المياه لقياس كميه المياه الجارى ضخها.

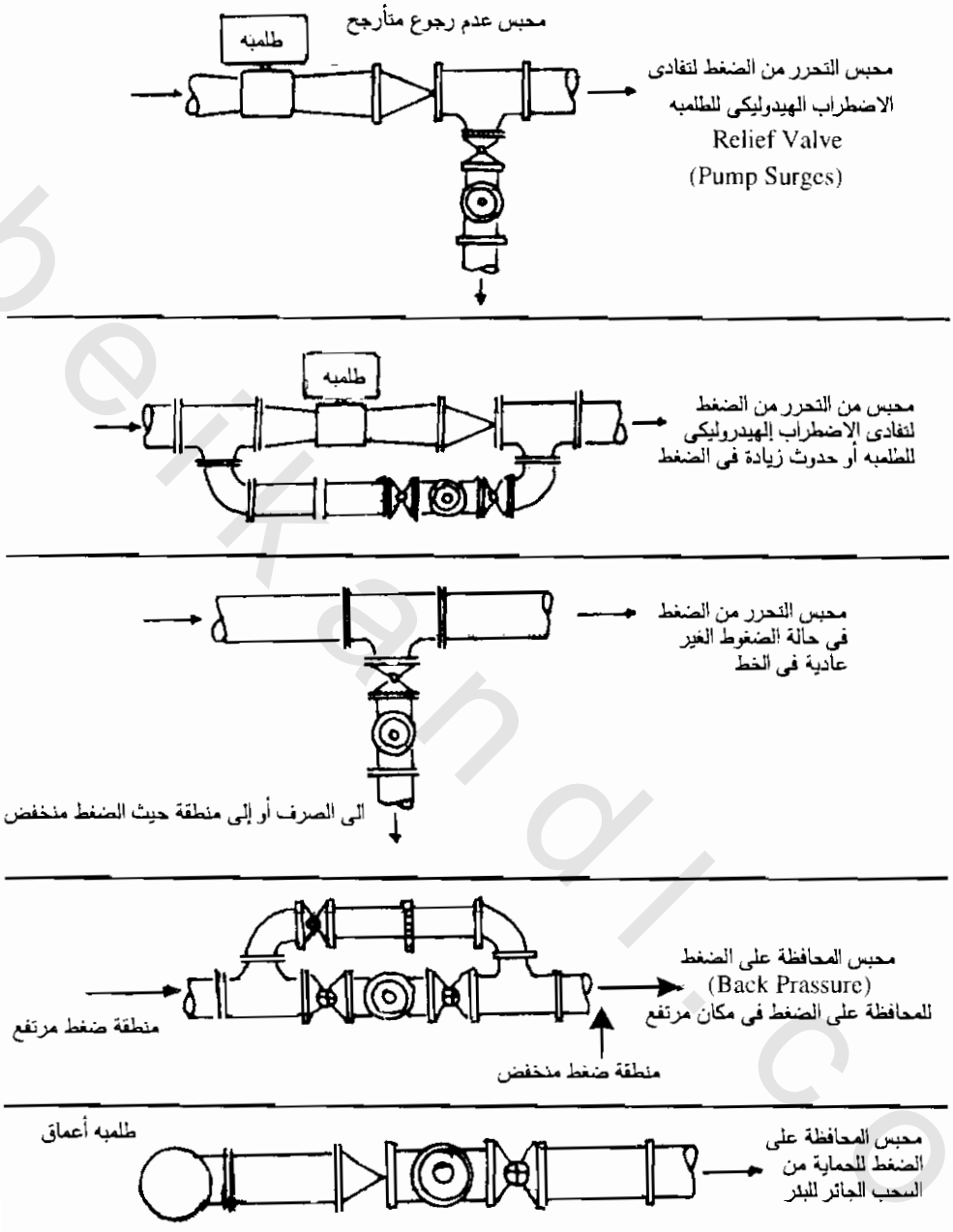


شكل (١٥٠)
وضع المحابس فى إنشاءات الطلمبه

٩- إستخدام المحابس:

المحابس المستخدمة فى شبكه المياه تشمل محابس خط متعددة وهذه تنظم لقفل مقاطع صغيرة للخط عند الاصلاح وإرسال التدفق حول هذا المقطع. عادة محابس الخط (Line Valves) توضع قريبا من تقاطع الوصالات شبه مقفله (Loops) وتنظم لاعطاء أقصى مرونة لمسار التدفق. وقد يكون عدد المحابس فى مقاطع الشارع من ٣- ٤ يتم التحكم فيها من خلال صناديق المحبس. وهذه عادة تكون محابس قفل (Gate Valves). إنه ليس من الضرورى دائما أن يكون المحبس مساوى لقطر الماسورة. طبقا لخصائص التدفق الهيدروليكى للمحبس يمكن خفض قطر المحبس بمقدار بوصة واحدة (One Pipe Size) بدون فقد واضح فى الضغط. ورغم هذا فإن سرعة التدفق خلال المحبس (١٠ قدم فى الثانية كحدود مقترحة للتصميم) بالاضافة الى تكاليف المساليب والوصلات الأخرى قد لا يسبب أى خفض فى تكاليف المحبس الأصغر وخاصة فى المواسير صغيرة القطر (من ٤- ١٢″). بالإضافة الى محابس الخط والتى تكون عادة محابس قفل فإن الشبكه تحتوى على محابس أخرى كثيره لتأكيد التدفق الهادىء (Smooth Flow) خلال الشبكة، لابطال أثر الضغوط الطارئة، وللتحكم الآلى ولأغراض أخرى. وهذه المحابس تشمل محابس للتحكم فى الاضطراب (Surge Control Valves)، محابس التحكم فى الضغط، محابس التحكم فى الرفع(Alititude Control Valves)، محابس عدم رجوع، محابس السدادة (Plug Valves)، المحابس الشبه كرويه (Glove Valves) وأنواع أخرى. يركب معظم المحابس فى محطة الطلمبات. محابس التحكم فى الرفع تركب فى مواسير لدخول الى خزانات أو أحواض فى المياه. تستخدم محابس التحكم فى الضغط عند نقاط الاختلاف فى الضغط فى الشبكه.

تركب محابس الهواء ومحابس التفريغ (Air Valves And Vacuum Valves) فى نقاط فى الخط الرئيسى حيث ضعف الضغط وضعف التدفق أو لفصل الهواء عن الماء بسبب جيوب هوائية أو حيث سحب المياه من مقطع الماسورة يسبب تفريغ جزئى. ويحدث ذلك أحيانا فى المواسير ذات القطر الكبير حيث التدفق بمعدلات متغيره وكبيره. ولكن قد يلزم تركيب المحابس فى شبكة التوزيع حيث الشوارع على التلال وفى النهايات الميته وما شابه ذلك.



شكل (١٥١) حالات تنظيم المواسير والمحابس التى تخدم عدة أغراض

يوضح الشكل (١٥١) حالات تنظيم المواسير فى الشبكة والتى تشمل وضع أنواع مختلفة من المحابس والتى تخدم أغراض متعددة.

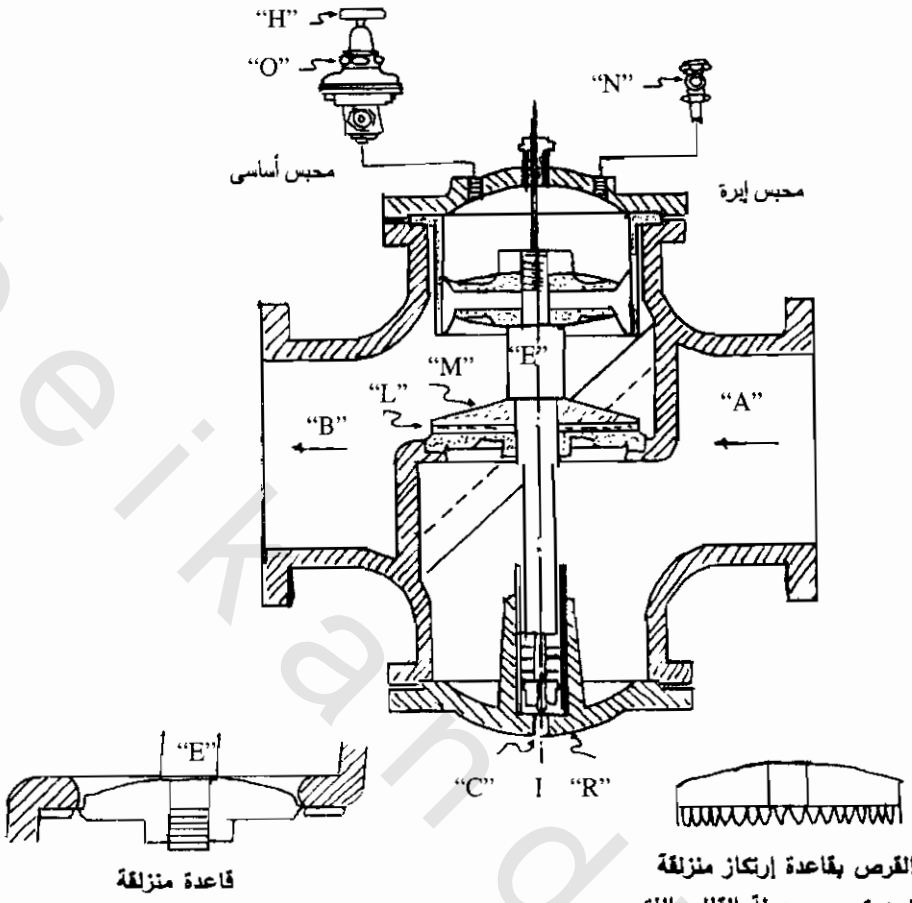
استخدام محابس خفض أو التحكم في الضغط: (Pressure Reducing Valves)

محابس خفض الضغط أو التحكم فى الضغط المستخدمة على نطاق واسع فى مشروعات المياه هى ذات المكبس ولها غرفتين، يتم القفل بين الغرفتين بواسطة المكبس الذى يرتكز على قاعدة إرتكاز المحبس. شكل (١٥٢)، عند فتح المحبس يسمح بالتدفق وعند قفله يوقف التدفق وذلك طبقا على أى من الجانبين يوجد الضغط المرتفع. تتصل الغرفتين للمحبس بواسطة خط جانبى ذو القطر الصغير وله تحكم هيدروليكى الذى يمكن ضبطه عند إتزان الضغط المطلوب بين الغرفتين. يمكن إضافة نظم تحكم إضافية لتسمح للمحبس بتغيير إتجاه التدفق وذلك عند إنخفاض الضغط فى جانب الدخول وارتفاعه فى جانب الخروج. التحكم فى المحبس يفتح بما يسمح بتدفق المياه خلال ماسورة الممر الجانبى (By pass) الى الغرفة الأخرى، وذلك يعمل على تحريك المكبس فى الإتجاه المطلوب.

فى حالة محبس الارتفاع (Altitude Valve) بغرض قفل خط الدخول الى الخزان الأرضى أو العلوى، فإن الضغط الاستاتيكى فى الخزان يعمل على قفل المحبس عند وصول أقصى إرتفاع للمياه. مفتاح حساس يعمل بالتحكم فى المحبس يمكن أن يعطى إشارة الى لوحة التحكم فى محطة الطلمبات أو حوض الترشيح أن الخزان قد إمتلأ.

يمكن كذلك استخدام عوامة ميكانيكية التى تعمل على قفل المحبس أو فتحه عند إنخفاض منسوب المياه.

بغرض خفض الضغط فى الخطوط ذات الاقطار الصغيرة يمكن إستخدام محبس الرداخ لخفض الضغط. يتم ضبط الرداخ عادة بواسطة مسمار قلاووظ وزمبرك معاير (Calibratod Spring). فى بعض النماذج توجد غرفة ذات خطوط لممرات جانبية (By Pass Lines) ومقياس للضغط وهذه تحقق نفس النتائج فى الأقطار الصغيرة مثل ما يعمل محبس المكبس فى الأقطار الضخمة. الضغط على الرداخ الذى يزيد عن الحد المعين بسبب بثق للتدفق



شكل (١٥٢) المحبس الذى يعمل بالمكبس ويستخدم لخفض الضغط

(A) مقطع طولى "B" عمل محبس تنظيم الضغط

ملاحظات :

١ – "A" توضح المدخل، "B" المخرج، "E" عامود المحبس الذى يحمل المكبس "F" "P" والمحبس "M" والذى يرتكز على قاعدة من الجلد "L". فى الغطاء "R" أسطوانة صغيرة والمكبس "P" يفتح الى الفراغ الخارجى عند "C". "K"غرفة الضغط العالى (الدخول) يسلط بانتظام على محبس الإبره "N". المحبس الأساسى "O" يتم ضبطه بتحريك طاره التشغيل اليدويه "H" بما يخفض الضغط عند تحريك الطارة للخارج ويزيد الضغط عند التحريك للداخل. محبس الإبرة "N" على جانب المدخل ويجهز للتحكم الموقوت فى حركة "M". المحبس الأساسى "O" على المخرج.

٢ – لوضع المحبس فى ضغط الخروج المطلوب، يوضع مقياس ضغط على مخرج المحبس مع ضبط الضغط المطلوب بالتحريك البطىء لطارة اليد "H".

وإنخفاض فى الضغط عند الخروج الى الحد المقرر. وتصمم عادة هذه المحابس لإتجاه واحد للتدفق فقط ولكن مثل المحابس الكبيره قد تستخدم فى شكل محبسين متعاكسين (Reversed Pairs) أو فى بطاريات لخدمة الإحتياجات المحلية. مجال العمل لمحبس خفض الضغط يجب أن يشمل أقصى وأدنى تدفقات للمياه كما فى حالة المحابس المتوسطة. عادة ينشأ محبس كبير ومحبس صغير بالتوازى على الخط الرئيسى كممر جانبى. يعد المحبس الصغير للعمل عند ضغط أعلى بعدة أرطال/ البوصة المربعة للمياه الخارجة عن المحبس الكبير. ولذا فإن المحبس الصغير سوف يعمل باستمرار حتى إنخفاض الضغط للمياه الخارجة عن الحد المعين، عندئذ سوف يفتح المحبس الكبير لتوفير الزيادة المطلوبة.

المحابس الحساسة للضغط مثل محبس المكبس لخفض الضغط يمكن إستخدامه كمحبس للتحكم فى الاضطراب (Surge Control) وذلك بتطوير بسيط فى التصميم. هذه المحابس تستخدم عادة بالتوازى مع محابس عدم الرجوع فى محطة الطلمبات بهدف تنظيم التغيرات فى معدل التدفق والذى يمكن أن يتم بالاضطراب المعاكس (Back Surges)، والتيارات الهيدروليكية الطارئة وما شابه ذلك من أسباب.

يمكن تجهيز التحكم فى المحبس لتمرير موجه الضغط السابقة للإضطراب (Surge). محبس عدم الرجوع بطىء القفل مع محبس التحكم فى الاضطراب يمكن أن يعملا على قفل الخط والتمرير الجانبى (By- Pass) للإضطراب الى الخلف الى ماسورة المأخذ من المحطة أو الى غرفة الاضطراب حيث يبطل مفعوله. يمكن التحكم فى التوقف أو البدء المفاجىء لمحطة الطلمبات لتفادى الموجات الهيدروليكيه المفاجئه والإضطراب.

محابس الغسيل:

تكون محابس الغسيل عادة بقطر ١٠٠ مم، ١٥٠ مم، ٢٢٥مم وتستخدم أساسا لتفريغ المواسير الرئيسيه من المياه أو لتصريف المياه الراكده أو الملوثه من المواسير. بالنسبة لخطوط المواسير الرئيسية خارج المدن فإن محابس الغسيل توضع فى النفط السفلى من الخط والتى

يمكن منها تفريغ الخط من المياه وتصريفها فى أقرب مسطح مائى، وفى الخطوط الطويلة الرئيسية الخارجية تكون محابس الغسيل على مسافات بين ٢ الى ٥ كيلو متر.

وعلى شبكة توزيع المياه بالمدينة توضع محابس الغسيل فى الأماكن المناسبة ومراعاة الا يزيد زمن تفريغ جزء معين من الخط الرئيسى عن ١-٢ ساعة. وبالنسبة لمواسير المياه الفرعية يمكن إستخدام حنفيات الحريق لتفريغ الخطوط فى الأماكن القريبة من المسطحات المائية. وتوضع محابس الغسيل كذلك على نهايات الخطوط الرئيسية ويستعاض عنها أحيانا بحنفيات حريق تؤدى نفس الغرض.

فرعات التغذية المنزلية:

فرعة التغذية من شبكه المياه العموميه الى داخل المبنى وعليها محبس تكون فى صندوق من الزهر قطاعه يبدأ من ١٠ سم x ١٠ سم ويمتد الى منسوب فرعة التغذية الذى يبعد عن سطح الأرض أو سطح الرصيف حوالى ٩٠ سم. ومن المحبس فى إتجاه داخل المبنى يمثل الماسورة لاعلا قليلا لتسمح بسريان الهواء فى اتجاه سير المياه لأعلا.

عدادات المياه:

توضع على وصلات التغذية الرئيسية قبل تفريعات المياه للوحدات السكنية، ويفضل أن يكون قطرها اكبر من قطر الماسورة لخفض الفاقد فى الضغط الناتج عن الاحتكاك. بركب صمام قفل بجوار العداد فى طرف الماسورة المغذية. وفى حالة المواسير بقطر ٢". فأكبر يركب صمام قفل على جانبى العداد.