

الباب الرابع

الظلمات والمحاسن

الفهرس

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

١- أنواع الطلمبات

أ- حالات إستخدام الطلمبات:

وظيفة الطلمبة هو رفع المياه أو أى سائل الى منسوب أعلا أو الى ضغط أعلى. وفي 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
- لملء 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 التنقيه. 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

(ج) طلمبات الرفع الهوائى Airlift Pumps

(٢) التصنيف طبقاً للطاقة المستخدمة

(أ) طلمبات تعمل بالطاقة الكهربائية

(ب) طلمبات تعمل بالبنزين

(ج) طلمبات تعمل بالبخار

(د) طلمبات تعمل بالديزل

(٣) التصنيف طبقاً للأداء:

Low lift Pumps

(أ) طلمبات الرفع المنخفض

HighLift Pumps

(ب) طلمبات الرفع العالى

Deep well Pumps

(ج) طلمبات الآبار العميقة

Booster Pumps

(د) طلمبات الضغط

Stand by Pumps

(هـ) الطلمبات الاحتياط

٢- طلمبات الإزاحة:

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

Reciprocating Pumps

أ - الطلمبات التردديه

Rotary Pumps

ب - الطلمبات الدواره

الطلمبات التردديه (ذات الكبس):

الطلمبات التردديه أنواعها كالآتى:

(١) طلمبات تردديه يدويه

(٢) ظلمبات تردديه للأبار العميقة تعمل بالطاقة

(٣) الظلمبه التردديه الماصة، الكابسة

(٤) الظلمبه التردديه الرافعه

(٥) الظلمبه الماصه الكابسه المزدوجه

(٦) ظلمبه الرداخ التردديه

الظلمبات التردديه اليدويه:

(١) الظلمبات التردديه اليدويه: شكل (٩٧)

يتكون هذا النوع من الظلمبات من ماسورة سحب مزوده بمصفاه فى نهايتها تغلونها أسطوانة من سبيكة النحاس (Gun Matal)، مكبس يتحرك لأعلى ولأسفل بواسطة يد التشغيل. عند رفع المكبس يحدث تفريغ فى الأسطوانة أسفل المكبس وبذا يفتح محبس عدم الرجوع (V_1) ثم تدخل المياه الى الأسطوانة. ثم عند خفض المكبس فإن محبس عدم الرجوع (V_1) يقفل والمحبس (V_2) (محبس المكبس) يفتح وتدخل المياه الى الفراغ أعلا المكبس. فى هذه الطريقة عند الكبس الى أسفل تدخل المياه أعلا المكبس وعند الكبس الى أعلا فإن المياه تتحرك لأعلى ثم تتدفق من فتحة الخروج. هذه الظلمبه يمكن أن تعطى تدفق مستمر للمياه الذى يسحب من جوف الأرض خلال مصفاه التى تزيل الرمال والمواد العالقة إلى درجة مناسبة. يستخدم هذا النوع من الظلمبات عندما يكون خط المياه على عمق ٦ متر أو أقل من منسوب سطح الأرض.

(٢) الظلمبة التردديه للأبار العميقة التى تعمل بالطاقة: شكل (٩٨)

هذه الظلمبه تشبه الظلمبه التردديه التى تعمل يدويا، مع الإختلاف فى أن المكبس يظل أسفل منسوب خط المياه لضمان التحضير للظلمبه وأنها تعمل بالطاقة بدلا من التشغيل اليدوى.

الشكل (٩٨) يوضح هذا النوع من الظلمبات. يستخدم هذا النوع من الظلمبات لرفع المياه عندما يزيد عمق خط المياه بالنسبة لسطح الأرض عن ٦ متر. عندما تكون الأسطوانة

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

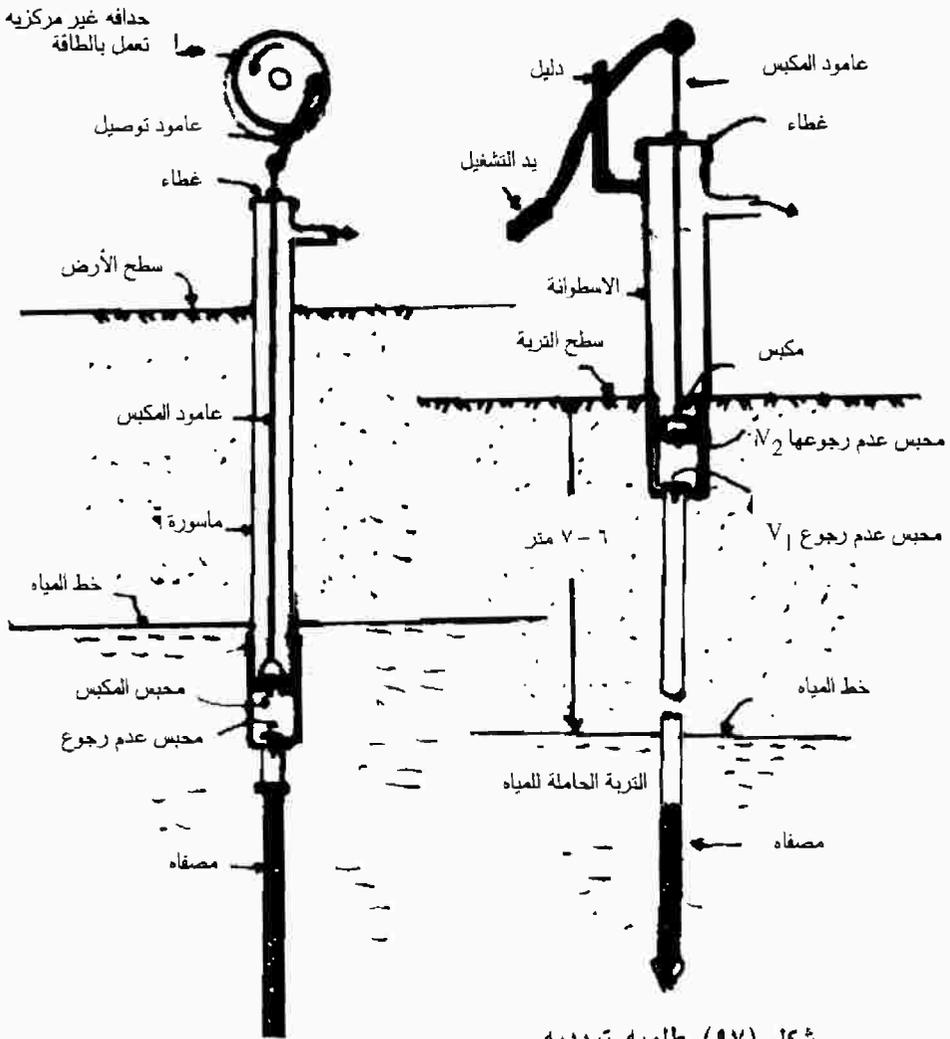
(٣) الطلمبة التردديه الماصه الكابسة: شكل (٩٩)

تعمل هذه الطلمبه على نصف دوره فقط فيسحب الماء خلال صمام السحب الى الأسطوانة في الجزء الأول من حركة المكبس ثم يضغظ في الماسورة الصاعده عند رجوعه الى أول الشوط مرة أخرى. عيب هذا النوع ينحصر في انعكاس حركة المياه في كل شوط بما يؤدي الى فقد الطاقة وإلى حدوث صدمات مضره وفقد في الطاقة. ولهذا لتقليل هذه الانعكاسات يجب ألا تزيد سرعة المكبس في المضخات التي طول مشوارها من ١٠-١٢" عن ١٠٠ قدم/ق ولكنها تزيد الى ٣٠٠-٤٠٠ قدم في الدقيقه في المضخات الكبيره. وهذه المشكله يمكن التغلب عليها جزئيا باستخدام المضخة الماصه الكابسة المزدوجة.

(٤) المضخة الماصه الكابسة المزدوجة

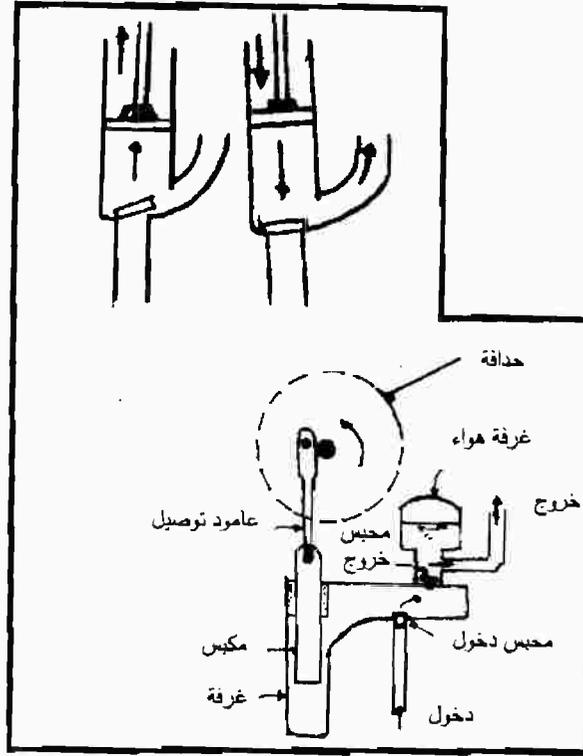
(Doulbe Acting Reciprocating Pump) شكل (١٠٠)

في هذا النوع تدخل المياه الى ماسورة الطرد في كل من الشوطين ولهذا سمي مزدوجا. في شوط هبوط المكبس يغلق صمام السحب السفلى ويفتح العلوى ويضغظ الماء في ماسورة الطرد خلال الصمام السفلى وفي 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 في حالة المضختين أو ١٣٠° في حالة الثلاث مضخات. كما يجب ألا يزيد عمق المياه المراد سحبها مقاسا من المضخة عن ٧ متر باعتبار أن الضغظ الجوى ١٠ متر. لا يمكن تشغيل المضخة إلا بعد سحب الهواء (والذى يسمى تحضير الطلمبه). ومن المتبع ألا يزيد عمق المياه عن ٣ متر في الطلمبات الصغرى، ٤ متر في الطلمبات الكبيره.



شكل (٩٨) ظلميه تردديه
تعمل بالطاقة أو يدويا

شكل (٩٧) ظلميه تردديه
يدويه وتسمى ظلميه حبشيه



شكل (٩٩) الطلمبه التردديه الماصة / الكابسة

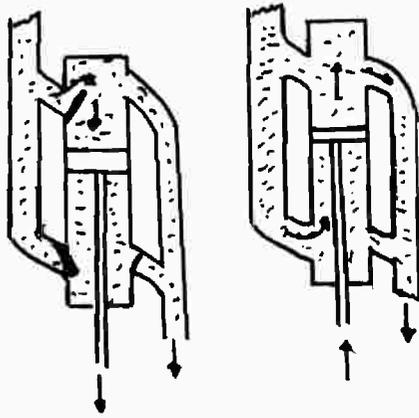
(٥) الطلمبه الماصة الرافعة: شكل (١٠١)

وهذه مشابهة في الجزء العلوى للطلمبه الماصة إلا أن الجزء العلوى عبارة عن ماسوره صاعده عليها صمام يفتح عند حركة المكبس لأعلى فتؤدى هذه الحركة عمليتين وهما سحب المياه من الماسوره الى جسم الطلمبه ورفعها فوق المكبس داخل ماسوره 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 ماسوره السحب فى بياره يجب تركيب مصفاه. وتستخدم إما طلمبه تردديه يدويه أو طلمبه يدويه للآبار العميقه (أو تعمل بالطاقة).

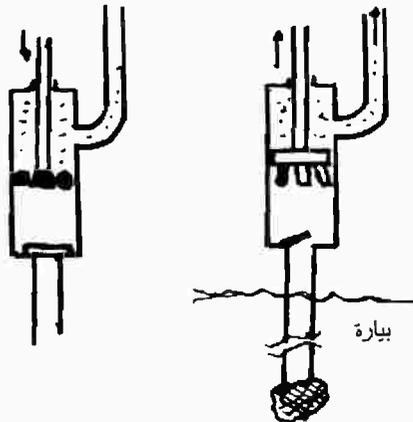
(٦) مضخة الرداخ (الغشاء) التردديه موجبه الازاحة:

(Diaphragm Pump) شكل (١٠٢) (١٠٢)

مضخات الرداخ هي مضخات موجبه الازاحة. الجزء الرئيسي للظلمبه هو الرداخ. وهو قرص مرن مصنوع من المطاط أو من معدن. ويجهز مدخل ومخرج الظلمبه بمحبس عدم رجوع. نهايات الرداخ مثبتة في طرف غرفه المياه ووسط الرداخ يكون مرن. العامود المثبت في الوسط يحرك الرداخ لأعلى ولأسفل- عند رفع الرداخ.

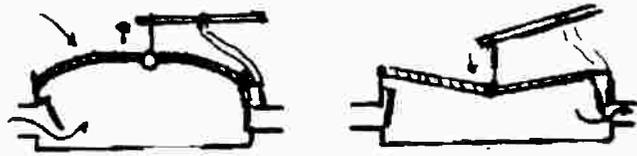


شكل (١٠٠) الظلمبه
الماصة الكابسة
المزدوجة

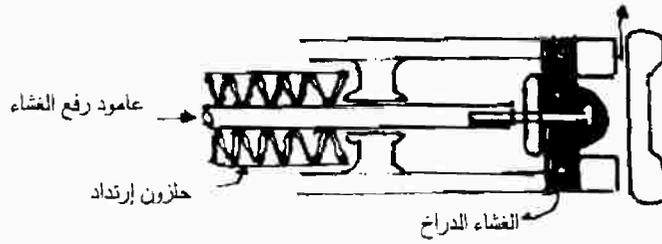


شكل (١٠١) الظلمبه
الماصة الرافعة:

الرداخ (غشاء)

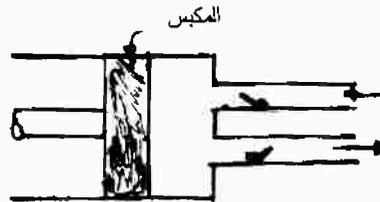


شكل (١٠٢- أ) ظلمبه الرداخ الترددية

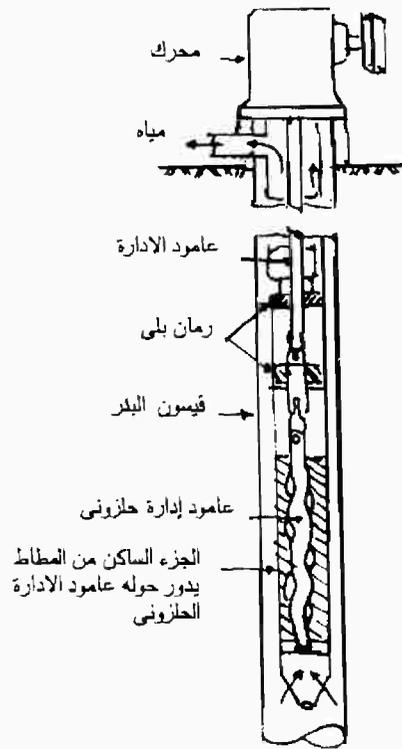


شكل (١٠٢- ب)

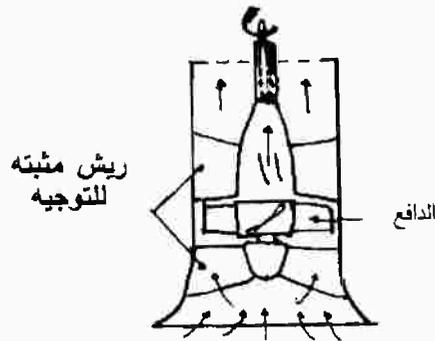
ظلمبه الغشاء



شكل (١٠٣) المضخة ذات الكباس



شكل (١٠٤) ظلمبه العامود الحلزوني



شكل (١٠٥) ظلمبه التدفق المحورى

(٧) الطلمبه ذات الكباس : Piston Pumps

وهذه الطلمبات تعمل بتفريغ الأسطوانة عند سحب الكباس . بعد دخول المياه للأسطوانة تدفع الى فتحة الخروج من خلال الدورة 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 حوالي ٥٠ - ٧٠ مشوار في الدقيقة . وهذه الطلمبات ذاتية التصير . وتستخدم هذه الطلمبات في التجمعات الصغيره لتوفير المياه .

الطلمبات الدوارة (Rotary Pumps)**(٨) الطلمبه ذات عامود الدوران الحلزوني : شكل (١٠٤)**

الطلمبه ذات عامود الدوران الحلزوني تتكون من العامود الحلزوني الذى يدور بداخل بطانه حلزونية ذات تجاويف مزدوجة تقابل تجاويف حلزون العامود عند دورانه . السطح الحلزوني يدفع المياه لأعلى مع وجود تدفق منتظم . معدل إنتاج المياه يتناسب مع سرعة الدوران ، ويمكن تغييره بسهولة : طلمبه عامود الادارة الحلزوني 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 . تركيب 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

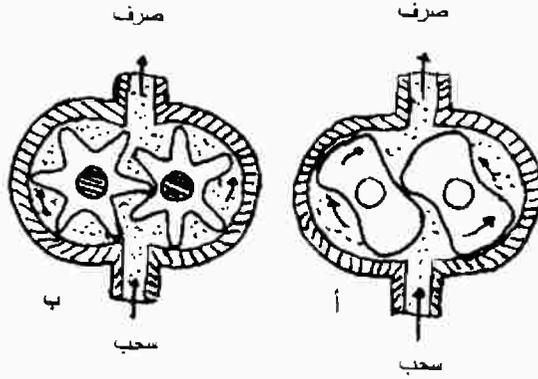
الشكل (١٠٦) يوضح المقاطع لنموذجين من الطلمبات الدواره. يحدث تصرف للمياه بصفه مستمره بدون صمامات السحب أو الطرد. تتكون من غرفه الطلمبه التي تحتوى على ترسين نهما حركة دائرية عكسية (فى الاتجاه لأسفل) تتلاصق تروسهما (بدون تلامس)، وتبتعد مع إتصاقهما بحائط غرفة المضخة فيسحب الماء نتيجة لذلك بصفة مستمرة ثم 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 ومثانته ولا يصلح للتصرفات الكبيرة. كفاءه هذه الطلمبات ما بين ٨٠ - ٨٥٪.

مزايا المضخات الدواره

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

عيوب المضخات الدواره.

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



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

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

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

قواعد أساسية:

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

مبادئ عمل طلمبه الطرد المركزي موضح في الشكل (١٠٧)، الشكل (١٠٨). في حالة تركيب إناء أسطوانى به ريش A، C (لتدوير السائل عند دوران الإناء) على عامود إدارة مزود ببيكره لتدوير الإناء بسرعة عاليه، تعمل قوة طرد مركزي 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 الإناء، 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 في إتجاه أجناب الإناء. يمكن الملاحظة من الشكل (١٠٧) أن المياه قد إرتفعت مسافة DD' . نظرا لأن المياه المتدفقه أعلى الإناء ذات سرعة عالية تساوى سرعة الحافة، طاقة الحركة التي تولدت تفقد إلا في حالة وجود نظام لاستقبال المياه وتوفر إمداد إضافي بالمياه. شكل (١٠٨). في هذا الشكل يوجد إناء لاستقبال المياه الخارجة وكذلك خزان للإمداد بالمياه مرتبط بعامود إدارة مفرغ لامداد الإناء بالماء. بدلا من تدوير الإناء، يمكن تدوير الريش فقط للحصول على نفس النتيجة.

الظلمبه ذات الريش المستقيمة (Straight Vanes)

في أول ظلمبه عملية للتردد المركزى. بنى الدافع بريش مستقيمه (محيطيه) شكل (١٠٩). مكونات الظلمبه هي: الدافع أو الجزء الدوار، الغرفة المحيطه بالجزء الدوار. تدخل المياه من فتحة الدخول في 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 بالتدرج للغرفة ثم خلال وصلة الصرف الى حيث تستخدم المياه.

الظلمبه ذات الريش المنحنيه (Curved Vanes)

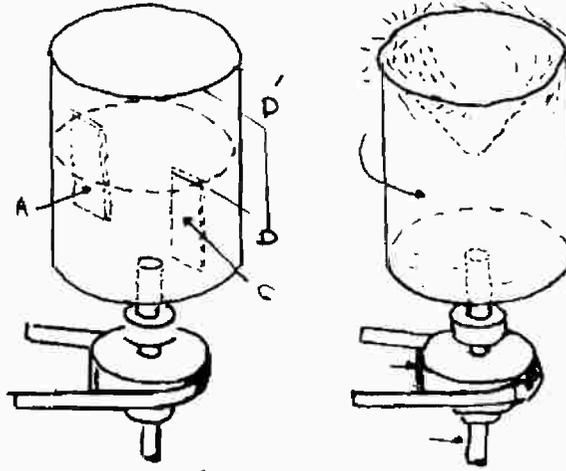
استخدمت الريش المنحنية في إنجلترا عام ١٨٤٩. الغطاء والأجزاء الداخلية لظلمبه الطرد المركزى لهم ريش منحنيه، تسمى عادة الظلمبه الحلزونيه (Volute Pump)، شكل (١١٠). ماسورة الدخول A موصلة بالغطاء توجه الماء الى فتحة العين B للدافع الدوار. الريش المنحنيه C للدافع توجه المياه من العين B إلى ناحية الصرف D، حيث تتحرك المياه في 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.

الحلزون: Volute

الحلزون هو المنحني الذي يلتف حول وباستمرار ويبتعد عن المركز. وهو حلزون يقع في سطح منفرد (مقارنة بالحلزون القمعي). الحلزون هو الشكل الداخلي للغطاء أو الغرفة التي تحيط بالدافع لظلمبه الطرد المركزي ذات النوع الحلزوني (Volute). الشكل الحلزوني للغطاء يتناسب للحصول على سرعة تدفق متساوي حول المحيط وللخفض المتدرج لسرعة السائل مع تدفقه من الدافع الى الصريف. والغرض من هذا التنظيم هو تحويل السرعة الى ضغط.

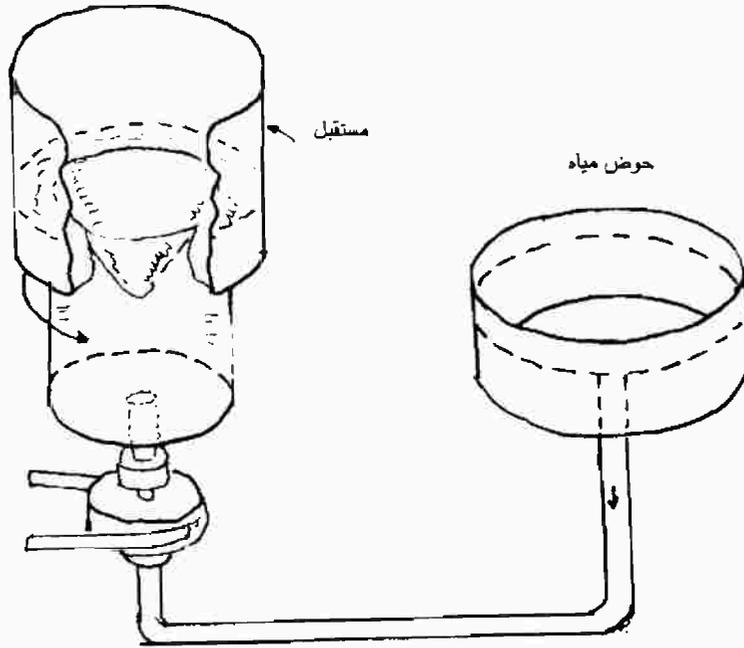
إنحناء ريش الدافع:

الطريقة السهلة والبسيطة لوصف إنحناء الريش للدافع للأقطار الكبيره ولرفع ٢٠ متراً أو أكثر كما هو موضح في الشكل (١١١).

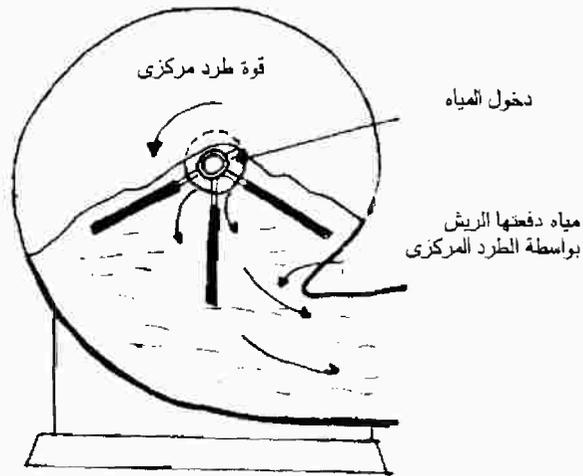


شكل (١٠٧)

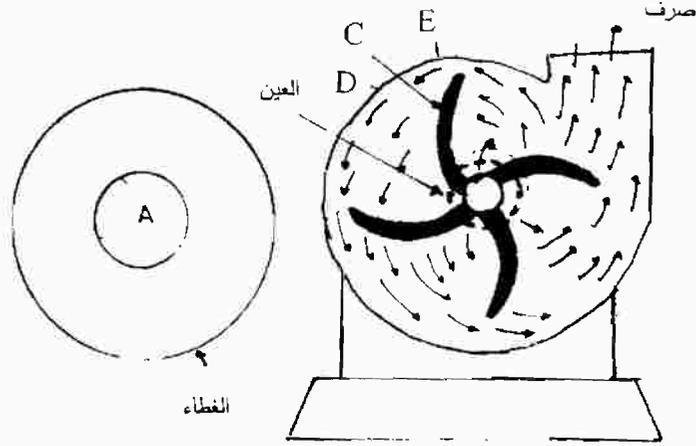
المبادئ الأساسية لظلمبه الطرد المركزي. الريش المحيطيه A، C تسبب دوران السائل عند دوران الأسطوانة (على اليسار). قوة الطرد المركزي تدفع السائل الى الخارج في إتجاه جدار الأسطوانة ثم الى أعلا بما يسبب التدفق للخارج عند دوران الأسطوانة بسرعة عالية (اليمين)



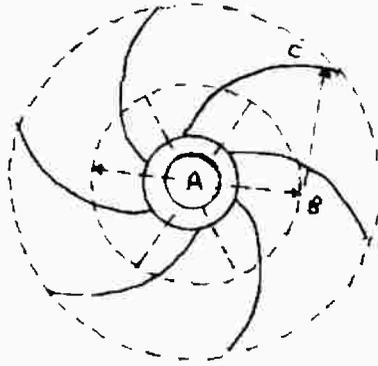
شكل (١٠٨) مخطط لنموذج ظلميه طرد مركزي بالمستقبل وحوض التغذية بالمياه



شكل (١٠٩) مبادئ ظلميه الطرد المركزي



شكل (١١٠) مكونات ظلمبه الطرد المركزي الغطاء (اليسار) ومقطع في الظلمبه المسمى عادة ظلمبه حلزونية بسبب 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 التي تمثل الأوجه الفعالة للريش.

التقسيم الأساسي:

التقسيم الأساسي لطمبات الطرد المركزي يتم أساسا طبقا للاعتبارات التالية:

- المأخذ منفرد 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.

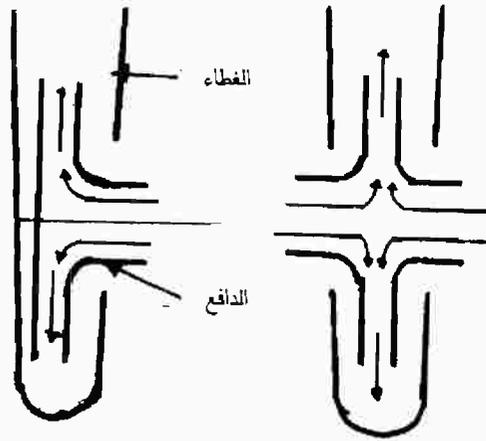
الطلمبه ذات المرحلة الواحدة: Single Stage Pump

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) للطمبات قد يكون للمرحلة الواحد أو للمرحلتين شكل (١١٢).

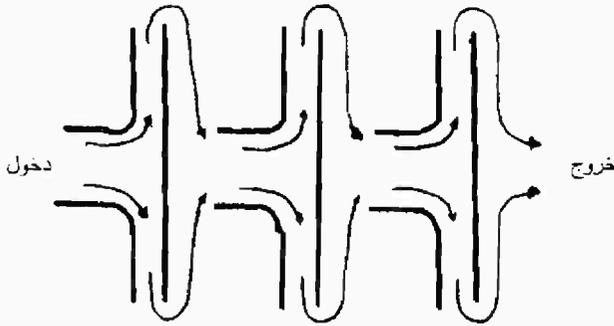
العيب الرئيسى لدخول المياه من جهة واحدة للطلمبه هو أن الرفع الذى يمكن تحقيقه بالضخ يكون محدود. تستخدم الطلمبات ذات دخول المياه من جهتين لضخ كميات المياه الكبيرة لارتفاعات متوسطة- الميزه الأخرى لدخول المياه من جهتين هو إتزان الدافع هيدروليكيًا فى إتجاه محورى وذلك لأن الضغط من جهة الدخول من أحد الجهات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

الطلمبه متعددة المراحل: (Multistage Pump)

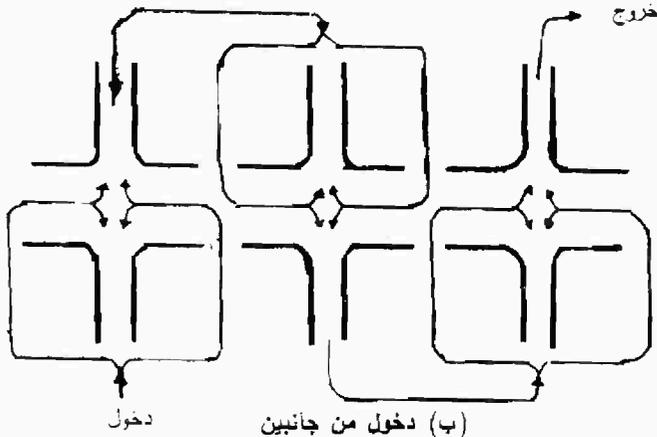
طلمبه الطرد المركزي متعددة السراجل هى طلمبه ضغط عالى أو الرفع العالى، وهى تتكون من مرحلتين أو أكثر وذلك طبقا لقيمه الرفع المطلوب. كل مرحلة هى أساسا طلمبه



شكل (١١٢) الدخول من جانب واحد ومن جانبيين لظلمبه طرد مركزي ذات مرحلة واحدة موضعا مسار تدفق المياه



(أ) دخول من جانب واحد



(ب) دخول من جانبيين

شكل (١١٣) أ، ب) مسار تدفق السائل في حالة الدخول من جانب واحد وفي حالة الدخول من جانبيين 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 التالية. فى كل مرحلة تاليه، يزداد الضغط حتى وصول المياه الى المرحلة النهائية عند الضغط وبالحجم المصممة عليه الظلميه. تدفق المياه من إتجاه واحد ومن إتجاهين للظلمبات متعددة المراحل موضح فى الشكل (١١٣).

ظلمبات 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 الظلمبات تعمل بمحرك يعمل بالهواء أو الكهرباء أو البنزين أو الديزل كما تستخدم الظلمبات متعددة المراحل فى الصناعة أو للأغراض المنزلية عندما يكون المطلوب ضخ كميات كبيرة من المياه بضغط على.

الدافعات: (Impellers)

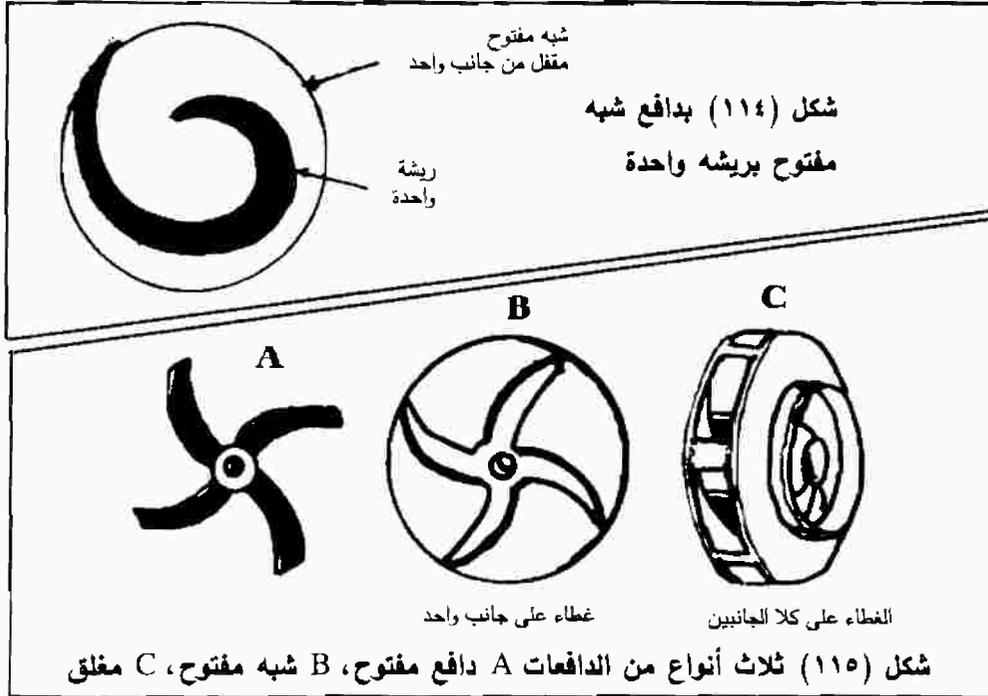
تتوقف كفاءة ظلمبه الطرد المركزى على نوع الدافع. الريش والتفاصيل الأخرى تصمم لتوفير ظروف تشغيل معينه. عدد الريش قد يتغير من واحد الى ثمانية أو أكثر طبقاً لنوع الخدمه والحجم.. الخ.

الدافع الشبه مفتوح ذو الريشة الواحدة الموضح فى الشكل (١١٤). هذا النوع من الريش يستخدم فى أنواع معينه فى الضخ للمشكلات الصناعية التى تتطلب ظلمبه 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.

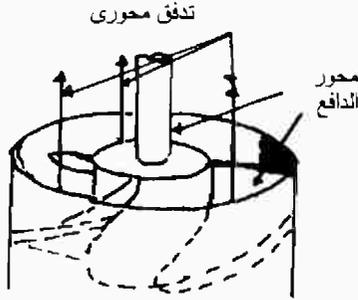


حيث التكاليف مرتفعة رغم كفاءتها. الدافع المغلق لا تحتاج الى ألواح للبرى، حيث أنها تقلل من البرى الى أقل ما يمكن. كما أنها تؤكد الأداء بأقصى طاقة مع كفاءة أوليه عاليه لمدة زمنية طويلة ولا يحدث بها إنسداد نظرا لأنها لا تعتمد على فواصل عمل قريبه.

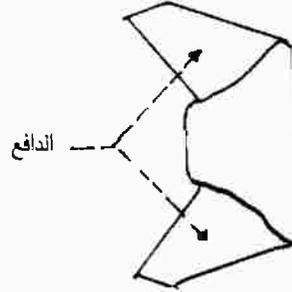
التدفق Flow

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، البرى، الصرف الصحى.. الخ. الظلميه 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 (١١٦) دافع يستخدم للحصول على تدفق محوري



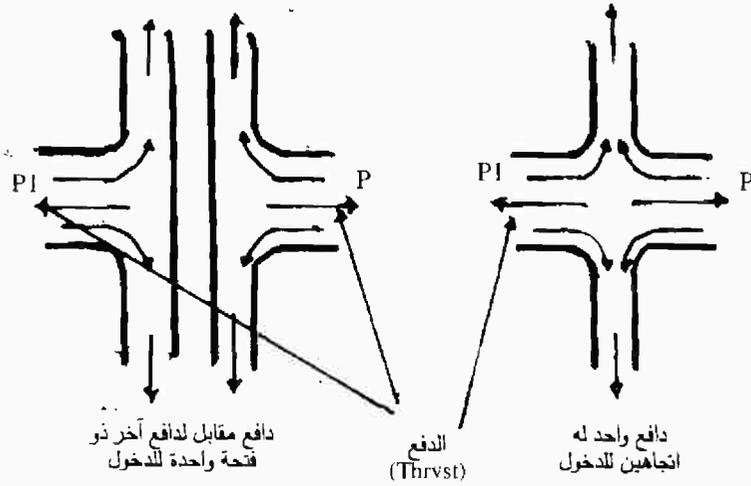
شكل (١١٧) دافع بالتدفق المختلط

الإتزان: Balancing

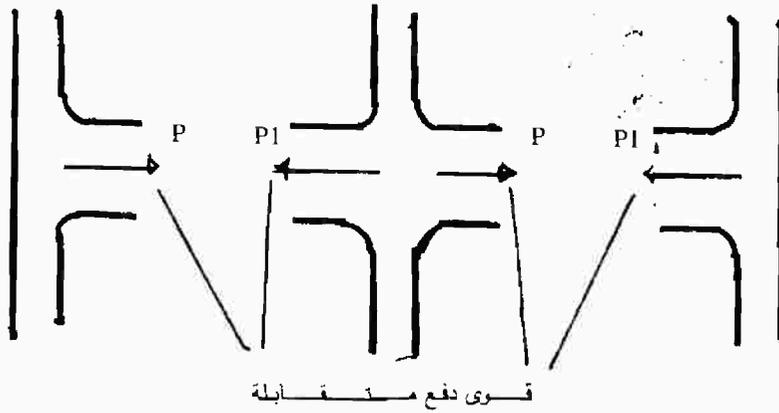
ظلمبه الطرد المركزي هي معدة غير متزنه . هذه الطلمبات معرضه للدفع في النهاية (End Thrust)، والذي يعنى الحاجة الى طريقة ما لمعادلة هذا الحمل . في حالة الدافع حيث دخول المياه من جهة واحدة، يحدث دفع هيدروليكي غير متزن يكون في الإتجاه المحورى نحو جانب الدخول، ذلك لأن الفراغ في جانب الدخول يسبب دفع بواسطة الضغط الجوى على الدافع. تمت عدة طرق للإتزان مثل (الإتزان الطبيعى، كما في حالة الدافعات المتعاقبة المصادة أو الإتزان الميكانيكى كما في حالة قرص الإتزان... الخ).

الإتزان الطبيعى: (Natural Balancing)

في 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 (Thrusts) P و P1 تعمل فى إتجاه محورى وفى إتجاه معاكس لكل منهما.



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



شكل (١١٩) الإتزان الطبيعي لنظمه ذات ثلاث مراحل بواسطة دافعين متقابلين لكل منهم مدخل واحد (على اليمين وعلى اليسار) ودافع في المنتصف له مدخلين

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

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

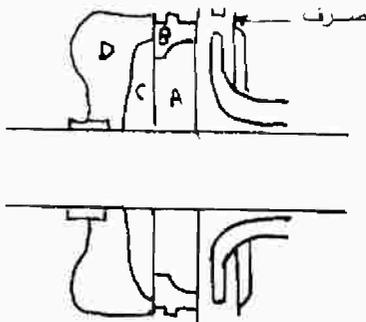
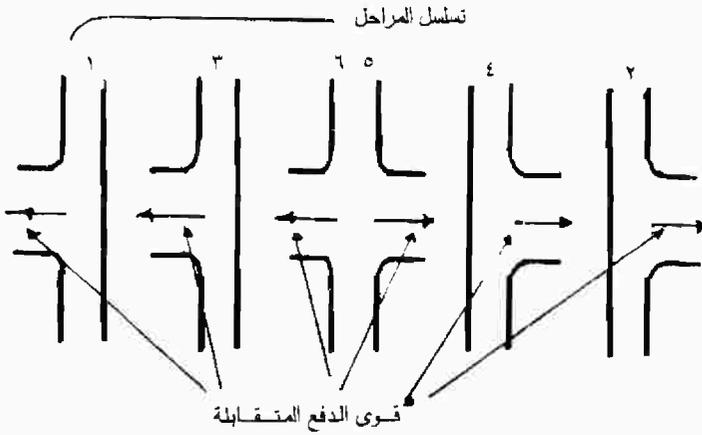
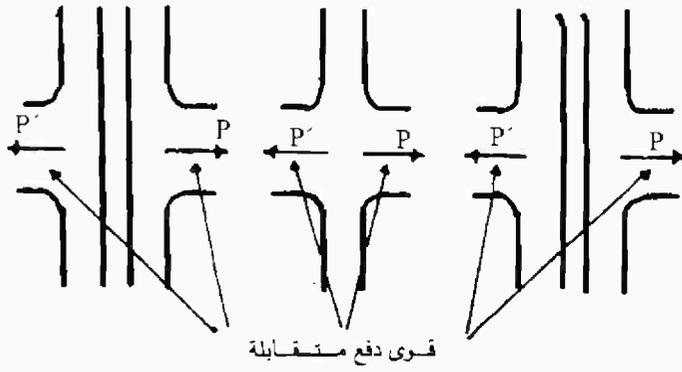
الإتزان الميكانيكي (Mechanical Balancing)

يدخل السائل خلال العين (Eye) للدافع في إتجاه محوري وتخرج منه في إتجاه محيطي وبهذا يحدث دفع نهائي والناتج كذلك من حقيقة أن السائل في الفراغات التي في الفواصل (Clearance spaces) يكون تحت ضغط. وهذه القوى ليست موجوده في الدافع المفتوحة وذلك لعدم وجود غطاء (Shroud) لتعمل ضده هذه القوى.

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

تركيب الطلمبات (Construction Of Pumps)

في شكلها الأولى كانت طلمبه الطرد المركزي غير كفو واستخدمت فقط لصنع 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



هذا بتوصيل وحدتين أو أكثر بعامود إدارة واحد وعملهم على التوازي. حيث تمر المياه خلال كل وحده بالتتالي مع حساب إجمالي الرفع مقسوما على عدد الوحدات (الظلمية متعددة المراحل (MultiStage Pump). وحالياً فإن عدة مراحل تكون في غطاء واحد أو غرفة واحدة. ظلمية الطرد المركزي تعطى أفضل النتائج عندما تصمم لظروف تشغيل معينة.

الغطاء. (Casing Or Housing)

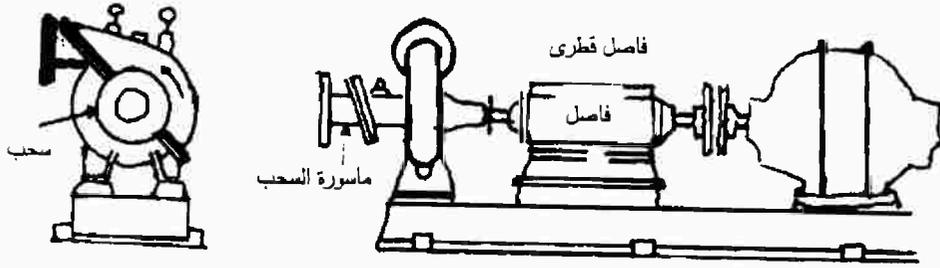
الغطاء عادة من قطعتين منشقين على المستوى الأفقى أو القطرى مع وجود فتحات الدخول والخروج مصبويان مع الجزء السفلى. ظلمبات الطرد المركزي إما ذات مدخل واحد أو مدخلين. والمفضل هو الظلمبة ذات المدخلين لاتزان الدفع النهائى عند حدوث التغير فى الضغط على جانب الدخول أو على جانب الخروج. الفاصل القطرى شكل (١٢٣) يسمح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

الدافع (Impeller):

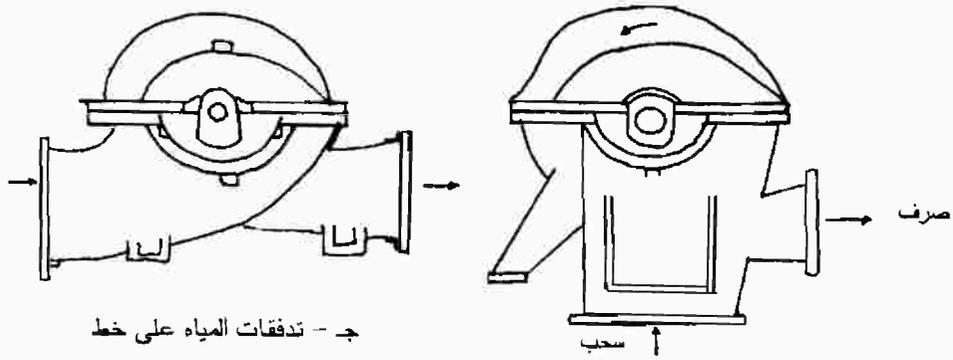
يختلف تصميم الدافع طبقاً لظروف الاستخدام وذلك لما يحققه من كفاءة فى التشغيل واقتصاديات فى التكلفة. يمكن الحصول على كفاءة عالية للدافع المفتوح (بدون غطاء على الجانبين) شكل (١٢٤- أ). تحت ظروف معينة وذلك بالتناسب الجيد لانحناء الريش وتقليل الفواصل الجانبية إلى أقل ما يمكن مع التشطيب الدقيق لأطراف الدافع. يستخدم الدافع المفتوح لتداول كميات كبيره من المياه لرفع منخفض كما فى حالات الري، 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 الظلمبة لزيادة كفاءتها عند كميات تدفق معينة والرفع المقابل كما فى الشكل

(١٢٤).



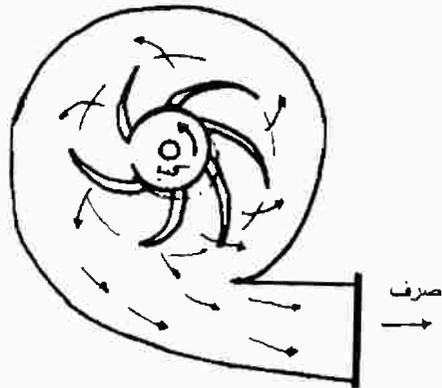
شكل (١٢٣) لظلمبه طرد مركزي- فاصل قطري



ج - 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 الحلزوني



شكل (١٢٤) التصميمات لزيادة كفاءة الظلمبه

الإنشاء: Instollation

عند إختيار نوع طلمبه الطرد المركزي 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 المركزي 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 الديناميكي. كما يلزم أن يكون وضع شبكة المواسير غير معقده وبسيطه.

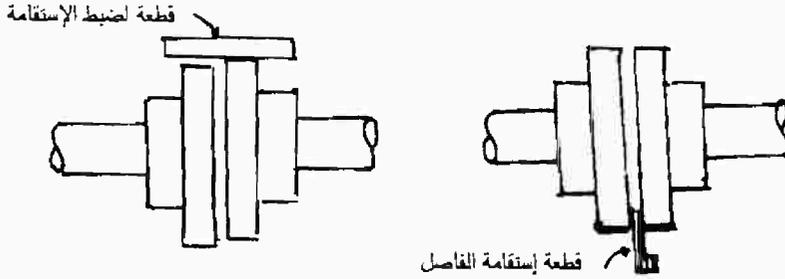
عادة يكون الأساس من الخرسانة ويكون قادر على امتصاص الإجهاد والصدمات المحتمل حدوثها. مسامير الأساس طبقا للقطر المحدد توضع فى الخرسانة طبقا للرسومات.

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 $\frac{3}{4}$ 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 $\frac{3}{4}$ - 2 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 معدنيه لضبط الاستقامة وعامود الادارة للطلمبه

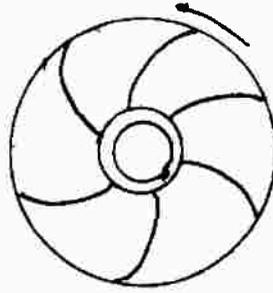
تتم التحشيه (grouting) بالمونه الأسمنتيه (خليط من الأسمنت والرمل والماء) فى الفراغات لتثبيت المسامير... الخ. خليط المونه الاسمئنيه يتكون من جزء من الاسمنت، ٢ جزء من الرمل وكميه مياه كافيه لجعل الخليط يتدفق بحرية أسفل لوح القاعدة . مع بناء إطار من الخشب حول المحيط الخارجى للوح القاعدة للمحافظة على التحشيه ولامكان التدفق أسفل كل لوح القاعدة . ثم تترك طبقة التحشيه لمدة ٤٨ حتى تمام الشك . يلى ذلك التثبيت على مسامير التثبيت ومراجعة تريبط 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 الكبيره)، أما المواسير ذات القطر الصغير فيجب أن تغمر الى عمق ٢-٣ قدم . توضح مصفاه حول نهاية الماسورة تكون مساحة فتحات المصفاه مساويه لثلاث أو أربع مرات لمساحة مقطع الدخول . كما يلزم توفير محبس قدم (FootValve) عند تعرض الطلمبه

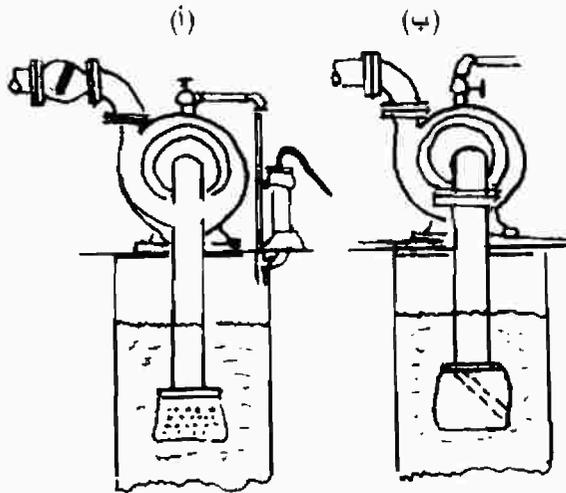
للاستخدام المتقطع. كما يجب العناية في إختيار محبس القدم من ناحية القطر والنوع لتجنب الفقد بالاحتكاك خلال المحبس.

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 المطرقة المائية، كما تمنع الطلمبه من العمل بالاتجاه العكسي. يستخدم محبس القفل لإيقاف الطلمبه من ماسورة الخروج عندما يكون هناك صيانة أو إصلاح.



شكل (١٢٦) إتجاه دوران الدافع



شكل (١٢٧)

التحضير لطللمبه الطرد المركزي

أ - طلمبه رفع يدويه

ب - محبس قدم مع الصرف من أعلا

التشغيل Operation

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

التحضير: Priming

طلمبة الطرد المركزي 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.

بدء 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 الطلمبه 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 يقلل محبس تصريف الهواء ويفتح محبس الصرف .

إيقاف الطلمبه:

عند وجود محبس عدم رجوع قريب من الطلمبه فى خط الصرف، تقلل الطلمبه بإيقاف المحرك وقلل المحابس مع البدء بمحس 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 كالاتى:

- 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.
 - ج - الارتفاع المطلوب رفع المياه إليه أكبر من قدرة الطلمبه.
 - د - قدرة السحب كبير (أكبر من ٥-٦ متر).
 - هـ - وجود جسم غريب أوقف تحرك عامود الدفع أو الدافع.
 - و - إجهاد 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:

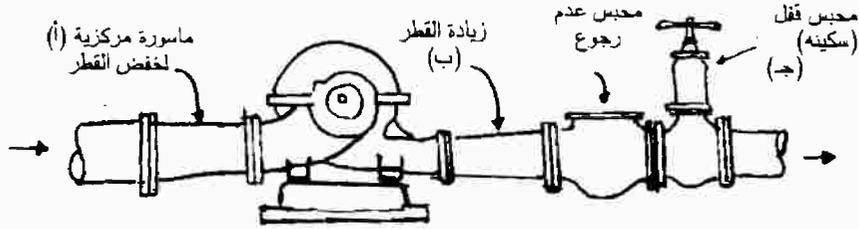
- أ - تسرب الهواء فى ماسورة الدخول.
- ب - السحب اكبر من ٥-٦ متر.
- ج - زيادة الأبخرة أو الغازات فى المياه.

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.
- ج - 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 التصريف. 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.

في حالة توقف الطلمبه لبعض الوقت يلزم التدوير يدويا مره كل اسبوع. وفي حالة التوقف لفترة طويلة يتم فك الأجزاء وتنظيفها وتزيينها.

تركيب مزود (Inceaser) على خط الصرف: شكل (١٢٨)

يمكن خفض الفقد الهيدروليكي 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 - ج) بحيث لا يكون القطر كبيرا بما يزيد من تكاليف المواسير أو صغير بما يزيد من سرعة المياه والتي 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 - ج).

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

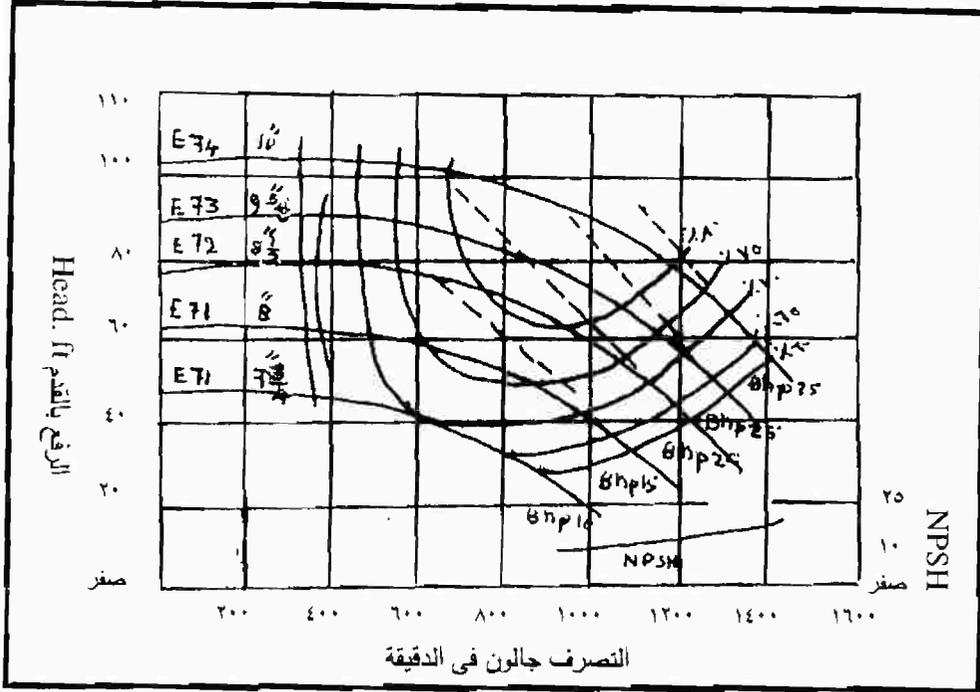
حيث D = القطر الاقتصادى للماسورة بالبوصة

Q = الضخ المطلوب للمياه بالمتر المكعب فى الثانية

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 ضخ (الطلمبه الرأسية التربينيه) ثم أخيرا فى شكل مدمج كما فى حالة الطلمبات الغاطسة (Sub marsible).



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

$$Bh_p - \text{قوة الحصان للأداء} = \text{NPSH} = \text{إجمالي ضغط السحب الموجب للظلمية}$$

منحنيات كفاءة الأداء: (Performance Curves)

يتوفر منحنى الأداء لكل تصميم للدافع عند المنتج، ترسم هذه المنحنيات لمرحلة واحدة للظلمية. تتوفر بيانات عن معدل الضخ لرفع ديناميكي معين زائد وكذلك الكفاءة والطاقة بالحصان (h_p) عند كل معدل ضخ. من منحنى الأداء يمكن إختيار ظلمية معينة لتحقيق الضخ المطنوب (Q) لكل الرفع الديناميكي بأعلى كفاءة ممكنة. منحنى كفاءة الأداء في الشكل (١٢٩) يوضح ان ظلمية تربيته ذات مرحلة واحدة وقطر الدافع ١" (٢٥٤ مم) تعمل بأعلى كفاءة (أكثر من ٨٠٪) عندما يكون معدل الضخ ٩٠٠ جالون في الدقيقة (٤٩١٠ م^٣/اليوم) لارتفاع ديناميكي ٩٢ قدم (٢٨ متر).

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

ومن ناحية أخرى في حالة إجمالي الرفع لينخفض الى ٦٠ قدم (٣، ١٨ متر) أثناء موسم ارتفاع منسوب المياه، ولكن في موسم آخر قد يصل الرفع الى ١٠٠ قدم (٥، ٣٠ متر) في مثل هذه (كما في حالة الآبار الجوفية عند انخفاض منسوب المياه الجوفيه أو تسرب المياه الجوفية الى خزان جوفى مجاور). في هذه الظروف فإن معدل الضخ سيتراوح بين حوالي ١٣٤٠ جالون في الدقيقة (٧٣٠٠ م/٣ اليوم) نزولا الى ٦٢٠ جالون في الدقيقة (٣٣٨٠ م/٣ اليوم). عندئذ ستتراوح الكفاءة بين ٦٧، ٧٧٪. والطاقة اللازمة تصل الى أقصاها حوالي ٣٠ (30 B h_p) وأدناها حوالي ٢٠ (20 B h_p). في مثل هذه الظروف فإنه يلزم إختيار طلمبه ذات خصائص تشغيل مختلفة عن الموضح في الشكل (١٢٩) بما يحقق تغير قليل في معدل الضخ مع التغيرات في الرفع الديناميكي الكلي. ولنا فإن هذه الطلمبه يلزم أن تكون خصائص الرفع أقرب الى الإنحناء. في حالة تنفيذ ذلك فإن الكفاءة والقوة بالحصان (Bh_p) سوف لا تتأثر كثيرا بمجال الرفع. قد تكون 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 السنوي) وذلك لأن أقصى قوة حصان للرفع (Bh_p) ستكون عند أدنى رفع عند إرتفاع معدل الضخ الى أقصاه.

إختيار الطلمبه المناسبه لعمل معين أو تطبيقات معينة يتم بسهولة عند توقيع نظام الرفع للطلمبه ومقارنته بمنحنيات الطلمبات من مصانع مختلفة. منحنى الرفع للطلمبه يتم لتوضيح الرفع الديناميكي اللازم لمعدلات تدفق مختلفة في النظام. عند الضخ من بئر فإن المكونات الكلية للرفع اكلي الديناميكي تزداد بزيادة معدلات التدفق، يزداد الرفع الرأسي مع زيادة الانخفاض في البئر ويزداد الفقد بالاحتكاك مع زيادة التصريف.

شكل نظام منحني الرفع يتغير طبقاً للخصائص الهيدروليكية للبئر (الخزان الجوفي) وكذلك لنظام الخدمة. ينتج المنحني المستوى نسبياً من التأثيرات المشتركة للطاقة النوعية للبئر، ثبات الارتفاع لنقطة الصرف، زيادة قطر المواسير مع خفض الفقد بالاحتكاك، المنحني الحاد نسبياً ينتج من انخفاض الطاقة النوعية للبئر بالإضافة، بالإضافة إلى ارتفاع نقطة الصرف وزيادة الفقد بالاحتكاك في المواسير.

كفاءة الطلمبه: (Pump Efficiency)

يمكن إختيار نقطة التشغيل الأكثر كفاءة لطلمبه الطرد المركزي من منحني كفاءة الأداء لجهة الإنتاج للطلمبه. (يلاحظ أن الكفاءة الموضحة في أى منحني كفاءة الأداء هو لجسم الطلمبه فقط (Bowl Assembly). الكفاءة الكلية للضخ يمكن معرفتها بضرب كفاءه الطلمبه في كفاءة المحرك. الكفاءة النموذجية للضخ هي حوالى من ٧٠-٧٥٪). نظرياً أفضل نقطة كفاءه لطلمبه الطرد المركزي تكون عندما تقسم الطاقة على السائل بالتساوى الى طاقة رفع وطاقة ضخ. هذا الموقف أو هذه النقطة على منحني كفاءة الأداء يحدث عند حوالى ٥٠٪ لأقصى كفاءة لطلمبه أو عند ٠,٧ من الارتفاع (Head) الذي عنده لا يحدث تدفق (نهاية الرفع Shut off Head). تكاليف التشغيل يمكن تكون عند أدناها في حالة عمل الطلمبه في هذا المجال. طبقاً 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 في الاعتبار للكفاءة أو الفقد بالاحتكاك. تحسب قوة الحصان للماء كالتالى:

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

$$\text{حيث } Q = \text{تصرف الطلمبه م}^3 / \text{ث}$$

$$H = \text{الرفع بالمتر}$$

$$\text{أو } \frac{Q (\text{جالون في الدقيقة}) \times H (\text{الرفع بالقدم})}{3960} = \text{whp}$$

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

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

$$= \frac{\text{جالون الدقيقة} \times \text{الرفع بالقدم}}{3960 \times \text{كفاءة الطلمبه}}$$

$$= \frac{Q \text{ (متر مكعب / الثانية} \times \text{الرفع بالمتر} \times \text{كثافة الماء كج/ م}^3}{75 \times \text{كفاءة الطلمبه}}$$

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

$$\frac{Bh_p}{\text{كفاءة المحرك}} = \text{قد تصل الى } 90\% \text{ تقريبا وبالتالي تكون قوة الاداء بالحصان}$$

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

$$Ed \times Em \times Ep = E = \text{الكفاءة الكلية للضخ}$$

$$\therefore \text{قوة الحصان المطلوبة } h_p = \frac{H \times Q}{75 \times E} \quad \text{أو} \quad \frac{\text{جالون/ ق} \times H}{3960 \times E}$$

فى المحرك الكهربى عند تقدير الحصان بالطاقة الكهربائية فإن

واحد حصان يعادل ٧٤٦ وات، ١ كيلوات = ١٠٠٠ وات

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

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

أقصى رفع لعامود الماء : (Shut Off Head)

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

$$V = \pi d \cdot rps$$

حيث d = قطر الدافع بالقدم

rps = عدد اللفات في الثانية

$$\therefore V = 3,14 \times ٠,٨ \times ٣٠ = ٧٥,٤ \text{ قدم/ الثانية}$$

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

تستخدم المعادلة التالية لحساب أقصى إرتفاع لعامود الماء

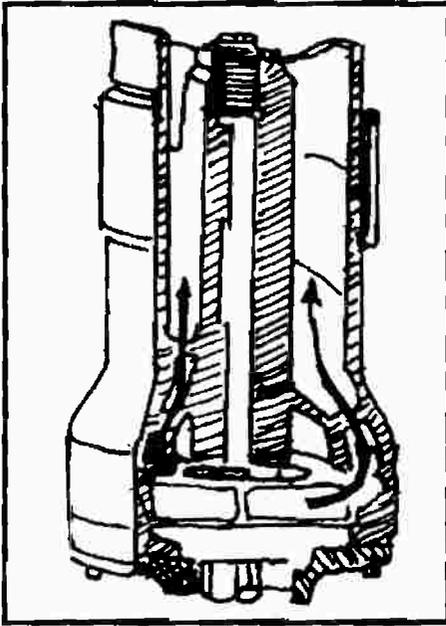
$$H = \frac{V^2}{2g}$$

$$\text{حيث } g = \text{عجلة الجاذبيه} \therefore \frac{٥٦٨٥}{٦٤,٤} = \frac{٧٥,٤^2}{٣٢,٢ \times ٢}$$

$$\therefore H = ٨٨,٣ \text{ قدم (٢٦,٩ متر)}$$

أى أنه يمكن زيادة الرفع بزيادة عدد اللفات في الدقيقة أو بزيادة قطر الرافع

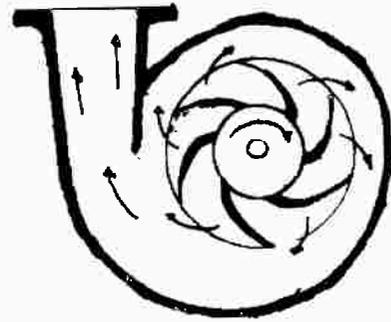
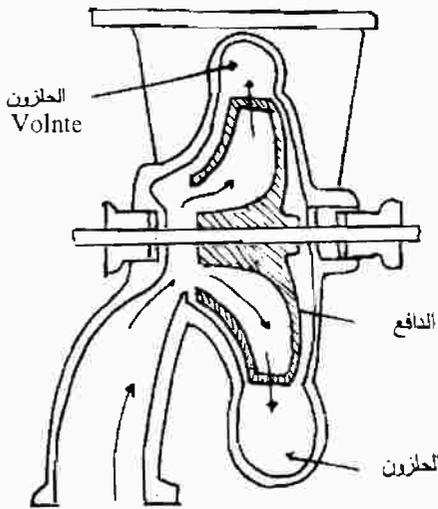
(Impeller).



شكل (١٣٠) ظلمبه
طرد مركزي تريبيه
(أ) مقطع عرضي

شكل (١٣٠) في الظلمبه التريبيه

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) ظلمبه الطرد المركزي
الحلزونية ليس لها ريش ناشره أو للتوجيه

شكل (١٣١) ظلمبه طرد مركزي حلزونية (Volute) ب - يوضح الحزون

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

أحيانا قد تعمل طلمبه الطرد المركزي في مواجهة محبس مغلق، يحدث ذلك عند قفل محبس السكينه أو في حالة عدم إمكان الطلمبه الى منسوب الرفع الديناميكي والاستمرار في متابعة منحنى كفاءة الأداء في 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 لتحداث غليان للماء وبذا يستبدل الماء بالبخار ويدور الدافع في البخار. مع نقص التبريد يسبب في تلف كرات التحميل وحلقات البرى وتلف الجوانات ثم المحرك .

تصميم طلمبه الطرد المركزي المستخدمة في الآبار:

يوجد خمسة أنواع من طلمبات الطرد المركزي حيث يمكن إجراء تعديل فى أى منهم بتغيير تصميم الدافع بهدف تحقيق خصائص تشغيل مختلفة. الدافع هو الجزء الدوار فى الطلمبه الذى يسبب السرعة العالية للمياه . المستخدم فى آبار المياه هى طلمبه الطرد المركزي ذات الدافع التريبينى (Turbine Pump). المستخدم فى آبار المياه الطلمبه التريبينيه 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 التريبينيه فى أن الدافع موجود فى غطاء ذو الشكل الحلزوني ولا توجد ريش ناشره شكل (١٣١) . ومثل الطلمبه التريبينيه فإن سرعة المياه تنخفض مع ترك الدافع وتتحول الى ضغط . والاختيار بين الطلمبه التريبينيه والحزونية يتوقف على ظروف الاستخدام . حيث يفضل استخدام الطلمبه الحزونية (Volute) فى حالة الطاقة الكبيرة والرفع القليل ولكن الطلمبه التريبينيه تستخدم فى حالات الرفع العالى . طلمبات الطرد المركزي ذات التدفق المختلط (Mixed Flow) تستخدم كلا من قوى الطرد المركزي الناتجة عن الدافع وبعض نظم الرفع (Propeller) لتحريك المياه .

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

طلّمبات 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 لطلّمبه الطرد المركزى المجددة (Regenerative) تقع بين طلمبه الطرد المركزى العادية والطلّمبه الدوارة موجبه الازاحة. كفاءه هذا (Rotary 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 Design)

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 (width of Vanes Between Shrouds) المعادلة الخاصة بسرعة الدافع ومساحته هي $Q = VA$

حيث $Q =$ معدل التدفق (م³/ثانية)

$V =$ 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

$$H = \frac{V^2}{2g}$$

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

$$N_s = \frac{\text{rpm} \times \text{gPm}}{H^{0.75}}$$

وتحسب من المعادلة

حيث N_s = السرعة النوعية

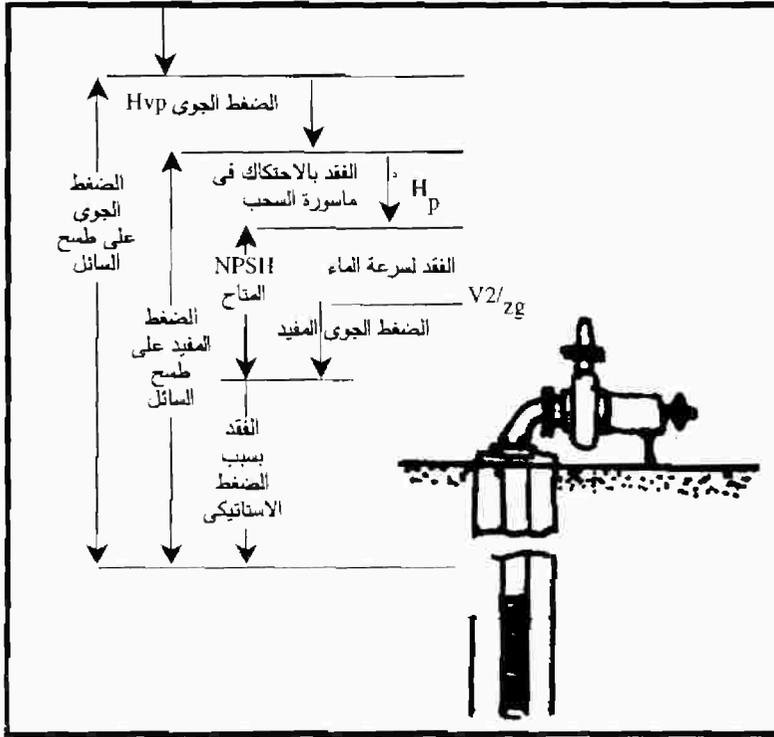
$$H^{0.75} = \text{الرفع لكل مرحلة بالقدم (بالمتر)}$$

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 في الطلمبه. لذلك، فإن حالات مختلفة من الطاقة والرفع يمكن تحقيقها خلال ضبط سرعات الدافع. فمثلاً، 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.

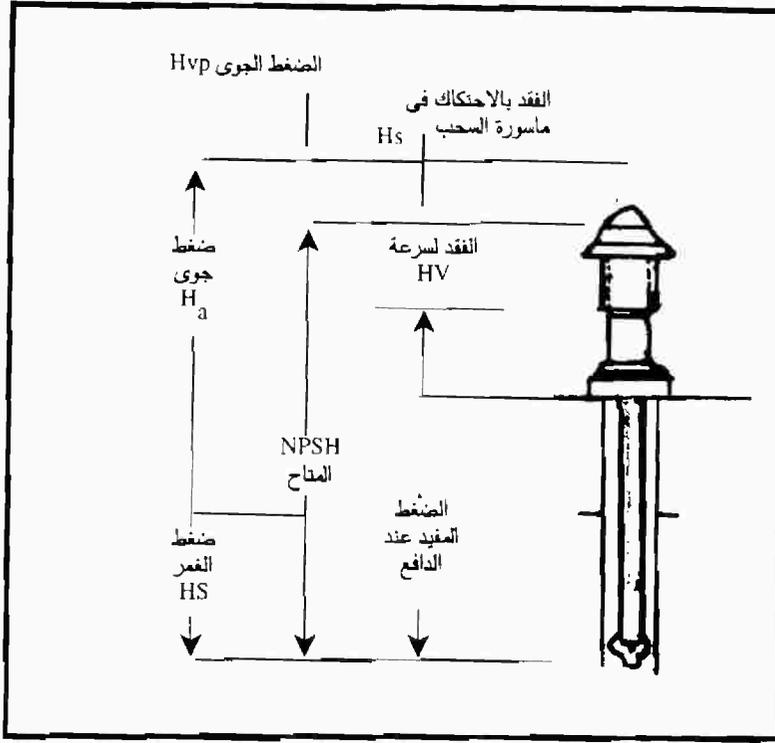
كفاءة الرافع لطلمبات الطرد المركزى يمكن تحديدها بتغيير شكل الريش للحصول على مختلف خصائص الضخ وكذلك باختيار (١) نوع الغطاء للريش (٢) نوع الحشولجسم الطلمبه (٣) طريقة التغلب على الدفع (Thrust). معايير التصميم للدافعات معقدة، بما يتطلب ان يقوم المصمم بالتنسيق مع المنتج حول بيانات هندسية محددة.

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

تعمل طلمبه الطرد المركزي فقط في حالة دخول السائل المرحلة الأولى للدافع عند ضغط يساوي الضغط الجوي (١٤,٧ رطل/ البوصه المربعة). الضغط الرأسي الذي يتوفر الى الطلمبه يتكون من جزئين، ضغط الماء والضغط بسبب الضغط الجوي. الطلمبات المستخدمة في السحب والرفع فقط يمكن أن تحقق التدفق من الضغط الجوي فقط.



شكل (١٣٢) العوامل التي تراعى عند تعيين NPSH
 لطلمبه انطرد المركزي السحب والرفع (بئر ضحل)



شكل (١٣٣) العوامل التي تراعى لتعيين NPSH نظمية تربيئيه رأسية (بئر عميق).
بينما الطلمبات الغاسطة تستخدم مصادر الضغطين. الضغط اللازم لتشغيل طلمبه يسمى إجمالي ضغط السحب الموجب (NPSH) ويجب أن يكون كافياً لمنع تبخر المياه عند دخولها للطلمبه. وباختصار فإن إجمالي 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 تقبى حاد فى الدافع وجسم الطلمبه وقصر عمر الطلمبه.

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

المعادلة لحساب إجمالي ضغط السحب الموجب (NPSH) هي:

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

حيث:

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

H_s = ارتفاع السائل فوق أو أسفل عين الدافع عند الضخ بالقدم (بالمتر) في حالة

المنسوب أعلا العين H_s تكون موجبه وفي حالة أسفلها تكون سالبه.

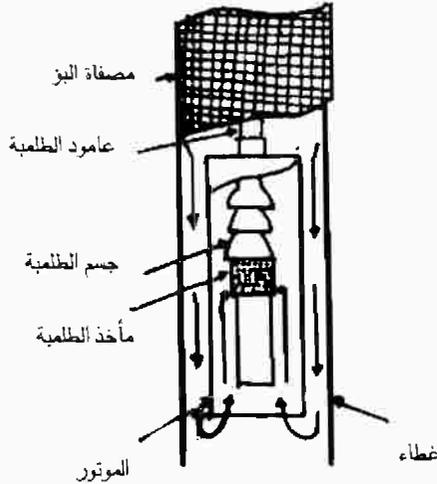
H_f = الفقد بالاحتكاك في ماسورة السحب

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

الأشكال (١٣٢) و (١٣٣) تبيين حالتين لأوضاع الطلمبات والعلاقة الطبيعية للظلمبه بالنسبة للمياه الجوفيه. ظلمبه السحب والرفع يجب أن توضع خلال (-٦, ٦-٧) من منسوب ضخ المياه، بينما منسوب المآخذ للظلمبه الغاطسة يكون عموماً أسفل منسوب الضخ.

الظلمبة التربينيه الرأسية (Vertical Turbine Pump)

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



شكل (١٣٤) وضع غطاء على جزء المآخذ (المصفاة) للظلمبه الغاطسة لمنع السخونة بواسطة نزول المياه

بينما معدل الضخ والكفاءة تظل ثابتة. تعلق الدافعات على عامود إدارة داخل غرفة الطلمبه (وعامود الطلمبه) التي توجه المياه الى السطح. قطر العامود الخارجى طبقاً لمعدل الضخ. الفقد فى الضغط فى العامود لا يزيد عن ١,٦ متر لكل ٣٠,٥ متر) عند التصميم. الأجزاء المنفصلة للطلمبه تكون عادة ١٠ أو ٢٠ قدم (٣ أو ٦,١ متر) فى الطول ويتم التوصيل بالفلاروظ أو الجلب أو الفلنجات. طول العامود يتحدد طبقاً لمنسوب الضخ للمياه. يجب عدم وضع مأخذ الطلمبه خلال مصفاة البئر لان ذلك يسبب زيادة السرعة وبالتالي 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 إدارة الدافعات بوحدة نقل الحركة وينشأ فوق سطح الأرض.

الطلمبة الغاطسة Submersible Pump

الطلمبة الغاطسة لها مجموعة الدافعات (Bowl Assembly) مثل الطلمبة التريينية 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 أكثر 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 عموماً أقل، لا تتحمل ضخ الرمال، المحرك بعيد عن مدى الإصلاح، لا تتحمل التغيير في الفولت بدون الحماية المناسبة.

٤ - طلمبه البثق: Jet Pump

طلمبات البثق تستخدم في كثير من الآبار المنزلية وهي تعتبر إتحاد بين طلمبة الطرد المركزي وطلمبه البثق بالفنشورى (Nozzle Venture) شكل (١٣٥).

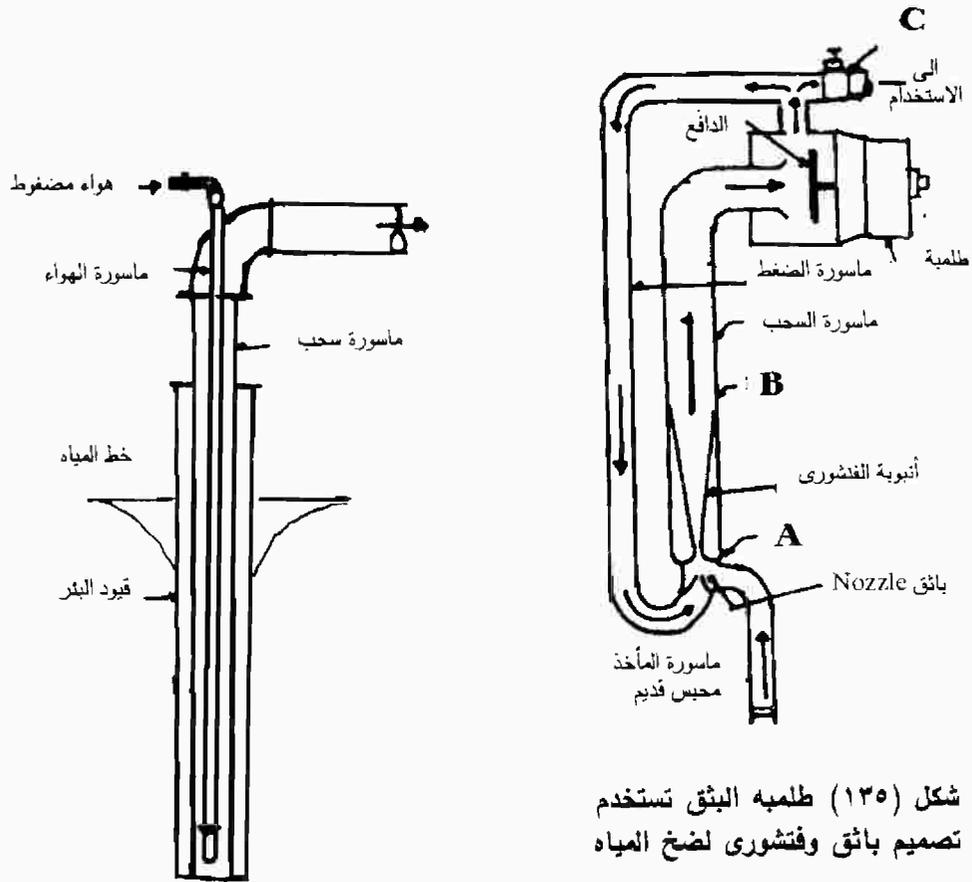
تصرف المياه تحت الضغط خلال فتحة بثق (Nozzle) الموجودة في الماسورة الناقلة للمياه. فتحة البثق تكون ملساء وتقلل مساحة مرور المياه، بما يزيد من سرعة التدفق. لهذا طبقاً لقاعدة برنولى فإن ضغط الماء في الماسورة ينخفض مع زيادة سرعة التدفق وبالعكس. عند زيادة سرعة الماء عند أى نقطة نتيجة تقليل المساحة كما في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

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

المحرك في 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 النقطة C ثم الى الاستخدام أو التخزين بينما الحجم اللازم لحدوث التدفق يتم تدويره خلال ماسورة خط الضغط. يتم ضبط محبس التحكم (ألياً أو يدوياً) للمحافظة على الضغط الضرورى لحدوث التدفق عند الطلمبه. لا يتم ضخ المياه بعد المحبس للاستخدام أو 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 المركزي حيث يزداد الضغط وقوة الحصان المطلوبه طبقا لعدد الدافعات. حجم المياه يظل ثابت مثل كل الطلمبات ذات الدافع. يمكن اضافة نظام البثق في تجهيزات السحب والرفع (Suction - Lift) حيث يمكن زيادة قدرة السحب والرفع فوق المستخدم بطلمبه الطرد المركزي التقليدية وان كانت هذه الطلمبة للسحب من الآبار العميقة حتى قطر ٢" (٥١ مم).



شكل (١٣٥) طلمبه البثق تستخدم تصميم باتق وفتشورى لضخ المياه

شكل (١٣٦) طلمبه الرفع الهوائى

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

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

أمثلة تطبيقية :

المثال الأول: طلمبة طرد مركزي مطلوب لها رفع ٢,٥ متر مكعب في الثانية لارتفاع ٧ أمتار. بفرض الفقد الكلي في الضغط ٠,٣ متر. إحسب أدنى قوة حصان للموتور لتشغيل الطلمبة اذا كانت كفاءتها ٧٠٪

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

$$\frac{1000 \times 7,3 \times 2,5}{75} = \frac{H \times Q}{75} = \text{قوة الحصان للماء}$$

$$\text{قوة الحصان لأداء المحرك Bhp} = \frac{1000 \times 7,3 \times 2,5}{0,7 \times 75} = 348 \text{ حصان}$$

$$\text{كيلووات ساعة} = \frac{0,746 \times 7,3 \times 2,5 \times 1000}{0,7 \times 75} = 260 \text{ كيلووات ساعة.}$$

المثال الثاني:

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

للأداء اللازمة للظلمبات (Bhp). بفرض $F = 0,0075$ سرعة المياه في الماسورة $2,4$ متر في الثانية وكفاءة الطلمبة 80% .

الحل :

إحتياجات التجمع السكنى = $100,000 \times 150$ لتر/ يوم

أقصى احتياج للتجمع السكنى = $1,5 \times 150 \times 100,000 = 22,5 \times 10^6$ لتر/ اليوم

$$= \frac{22,5 \times 10^6}{8 \times 60 \times 60} = \text{لتر / ث}$$

= $0,781$ متر مكعب في الثانية

أقصى سرعة للمياه $2,4$ متر/ث

$$\text{مساحة مقطع الماسورة} = \frac{Q}{V} = \frac{0,781}{2,4} = 0,325 \text{ متر مربع}$$

$$\therefore \text{قطر الماسورة} = \sqrt{\frac{0,325}{\pi} \times 4} = 0,643 \text{ متر}$$

$$= 0,65 \text{ متر}$$

$$\frac{F_1 LV^2}{2g.D} = H_F \text{ إجمال الرفع } 36 \text{ متر}$$

$$\text{الفقد بالاحتكاك}$$

$$\frac{4 \times 0,0075 \times 2000 \times (2,4)^2}{2 \times 9,81 \times 0,65} = \text{مع}$$

= 27 متر

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

إجمالي الرفع للظلمة = ٣٦ + ٢٧ = ٦٣ متر

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

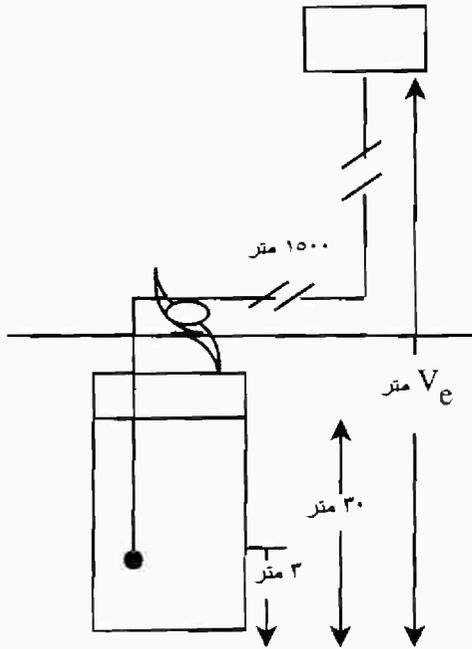
قوة الحصان للماء

$$\frac{1000 \times 0,781 \times 63}{75 \times 0,8} =$$

= ٨٢١ حصان

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

مثال رقم (٣)



يلزم ضخ مياه من خزان عمق المياه حوالي ٣ متر وأقصى منسوب بالمياه ٣٠ متر والرفع الى خزان علوى حتى ٧٥ متر بمعدل ثابت ٩ × ١٠ لتر في الساعة والمسافة ١٥٠٠ متر. احسب القطر والاقتصاد لمواسير خط المياه وقوة الحصان للظلمة كما فى الشكل التالى:

$$\text{معدل الضخ للطلبة} = \frac{10 \times 9}{3 \times 10 \times 60 \times 60} = 0.00025 \text{ م}^3/\text{ث}$$

باستخدام معادلة Lea يكون القطر الاقتصادي للمواسير هو:

$$\begin{aligned} D &= 1.22 \sqrt{Q} \\ &= 1.22 \sqrt{0.25} \\ &= 0.61 \text{ m} \end{aligned}$$

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

الرفع للطلبة = 75 - 30 - 3 = 42 متر

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

$$\frac{4 \times 0.01 \times 1000 \times (0.855)^2}{2 \times 9.81 \times 0.61} =$$

$$= 3,695 \text{ متر}$$

الرفع الكلي للطلبة = 42 + 3,695 = 3,737 متر

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

$$\frac{0.855 \times 1000 \times 3,737}{75} =$$

$$= 41,733 \text{ كيلووات}$$

الطاقة الكهربائية بالكيلووات = 41,733 × 0.764 = 31,884 كيلووات

اختيار الطلمبة PumpSelection

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

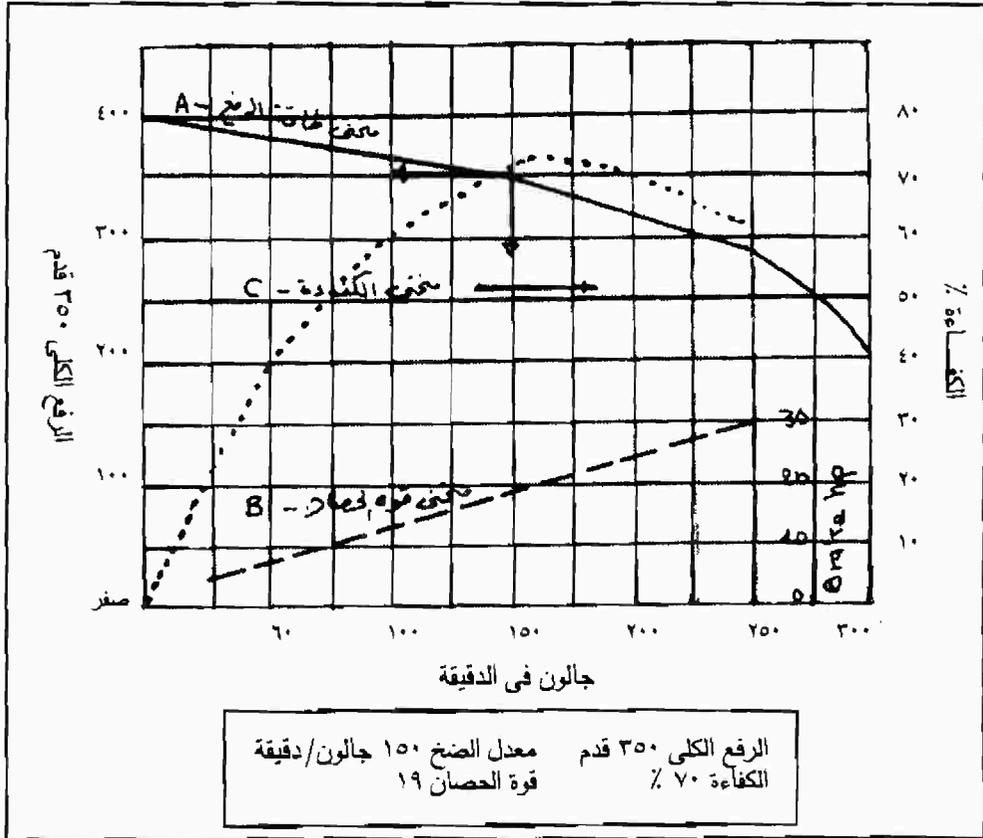
الطاقة- عمق الضخ- مسافة الرفع- نوع طاقة التشغيل- الثمن- الكفاءه- اعتبارات ميكانيكية. خصائص الطلمبة تتوفر على منحنيات الطلمبة المتوفرة لمختلف أنواع الطلمبات.

المنحنيات الخاصة بطلمبه الطرد المركزي موضح في 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) لمستخدمه يوضح الانخفاض فى كفاءة الطلمبة.

الاختبار لا يتوقف على الكفاءة او الثمن فقط. بل يجب الأخذ فى الاعتبار العوامل الأخرى بالإضافة 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

المحابس

٦- أنواع المحابس:

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

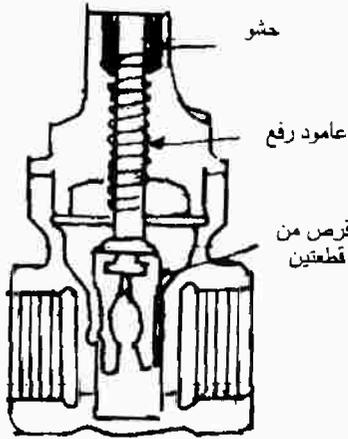
ويبنى إختيار المحبس على أساس إستخدام المحبس وتصميمه. توجد ثمانية أنواع رئيسيه لتصميم المحابس وهي:

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

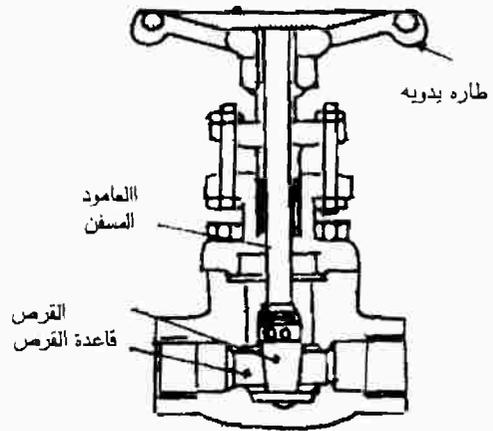
(Gate or Sluice valve)

يتميز هذا المحبس برخص التكاليف ويستخدم عادة في مشروعات المياه حيث يوفر أقل مقاومة لتدفق المياه عن باقي المحابس. محابس السكينه توضع في خطوط المياه الرئيسية الحاملة 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.

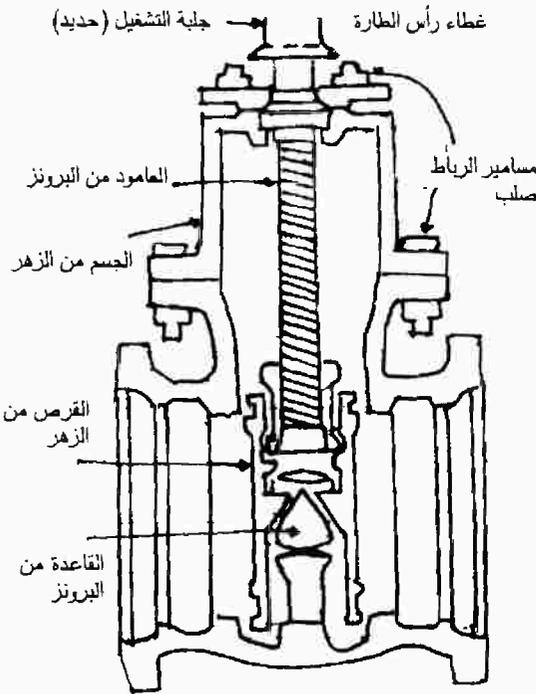
تستخدم محابس السكينه للفتح التام أو القفل التام. نظرا للاهتزاز الزائد والنحر الناتج عن القفل الجزئى للمحبس، فإن هذه المحابس لا تستخدم في اليثق أو تنظيم التدفق. ويصنع المحبس من الزهر. ويتكون من القرص (الرغيف) الدائرى الذى يقوم بغلق الفتحات فى المحبس. القرص (Disk) متصل بالجلبة (Nut) أو العجلة أعلاه بواسطة العامود المسنن (Stem) الذى يمر خلال سداة (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 فتحى المحبس اما بالفلنجات أو بالسنون (Screwed) أو راس



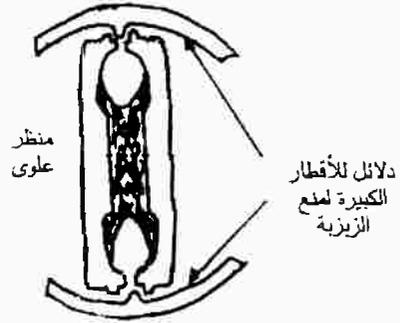
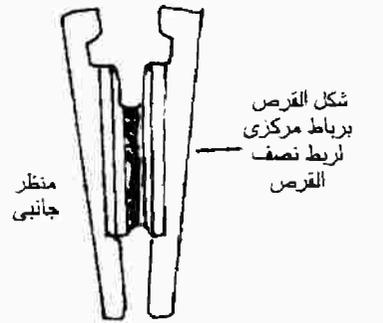
ج - محبس سكينه القرص من قطعتين



أ - محبس سكينه قطعة واحدة للقرص صلبه
Solid wedge gate Valve



د - محبس سكينه بقرصين



ب - القرص المرن

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

وزيل. محابس السكينة الصغيرة تدفن تحت الأرض ويتم تشغيلها من على سطح الأرض خلال صندوق التشغيل. المحابس ذات الأقطار الكبيره توضع في 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 في حالات التغير في درجات الحرارة حيث يوفر قفل وفتح جيد في مختلف درجات الحرارة.

النوع الثالث من محابس السكينة هي المحبس حيث القرص من قطعتين.

أشكال محابس السكينة شكل (١٣٨ - أ)، (١٣٨ - ب)، (١٣٨ - ج).

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

ب- المحبس الشبه كروي: شكل (١٣٩) GlobeVolve

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

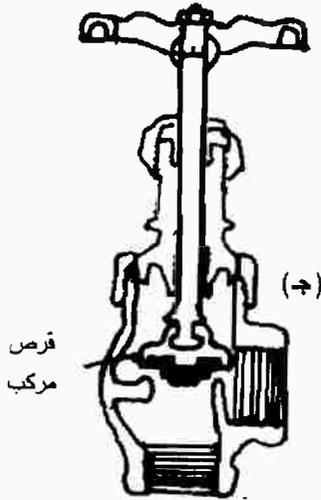
المحبس بزاوية (أ) Angle Style

المحبس على شكل Y (ب) Y- Pattern

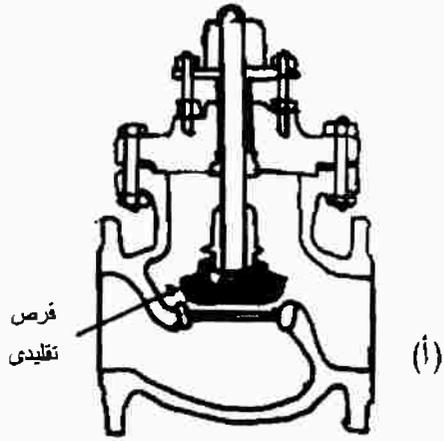
المحبس على شكل T (ج) T-Pattern وهو الاكثر شيوعا- تدفق مستمر.

(ج) المحبس بزاوية:

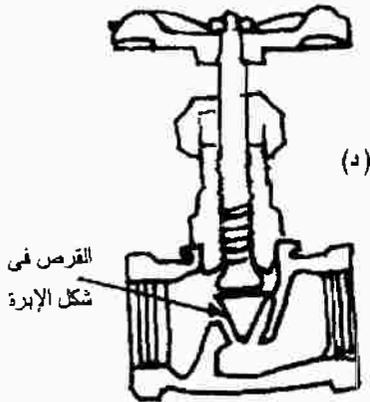
وهو يوفر تغير في إتجاه ٩٠° وهذا يوفر في المواد والمساحة والوقت للانشاء في كثير من الانشاءات. تصميم محبس الزاوية يوفر إعاقه أقل عن المحبس التقليدى حرف T ولكن أكثر عن المحبس حرف Y.



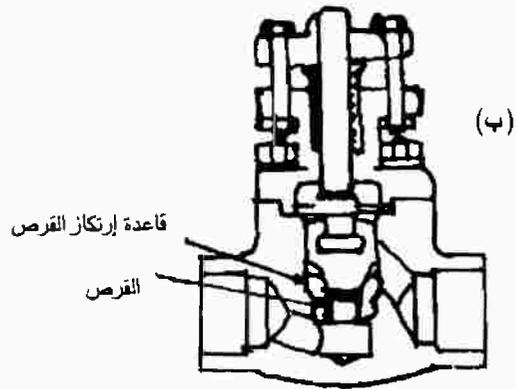
محبس شبه كروي بزاوية - قرص مركب
Angle Globe valve
Composition Disk



محبس شبه كروي بالقرص التقليدي
Globe Valve with conventional Disk



محبس شبه كروي - القرص في شكل الإبرة
Globe Valve- Needle Disk



محبس شبه كروي بالقرص السداده
Plug Disk Globe Valve

شكل (١٣٩) المحبس الشبه كروي
Globe Valve.

(٢) المحبس علي شكل Y:

نظرا لأن زاوية العامود هي ٤٥ - ٦٠° فإنها توفر إعاقة قليلا جدا للتدفق. وهذا النوع مناسب جدا في الاستخدامات التي تتطلب الامتلاء الكامل للتدفق في المحبس. ويستخدم في صرف الغلايات، وفي حالات وجود مواد عالقة مثل الطين أو الرمال أو السوائل اللزجة.

(٣) الأنواع الرئيسية للمحابس الشبه كروييه طبقا لقاعدة الارتكاز هي: شكل (١٣٩)

- (أ) القرص التقليدي Conventional Disk
 - (ب) القرص السدادة Plug Disk
 - (ج) القرص المركب Composition Disk
 - (د) محبس الإبره Needle Valve
- المحبس الشبه كروي التقليدي:

يستخدم قرص قصير الذي يرتكز تماما على قاعدة للقفل والبيثق.

عندما تكون التدفقات يمكنها أن تحدث ترسيبات على قاعدة إرتكاز القرص يفضل استخدام المحبس ذو القرص التقليدي حيث عادة يخرق هذه الترسبات ويرتكز تماما.

المحبس بالقرص السدادة "

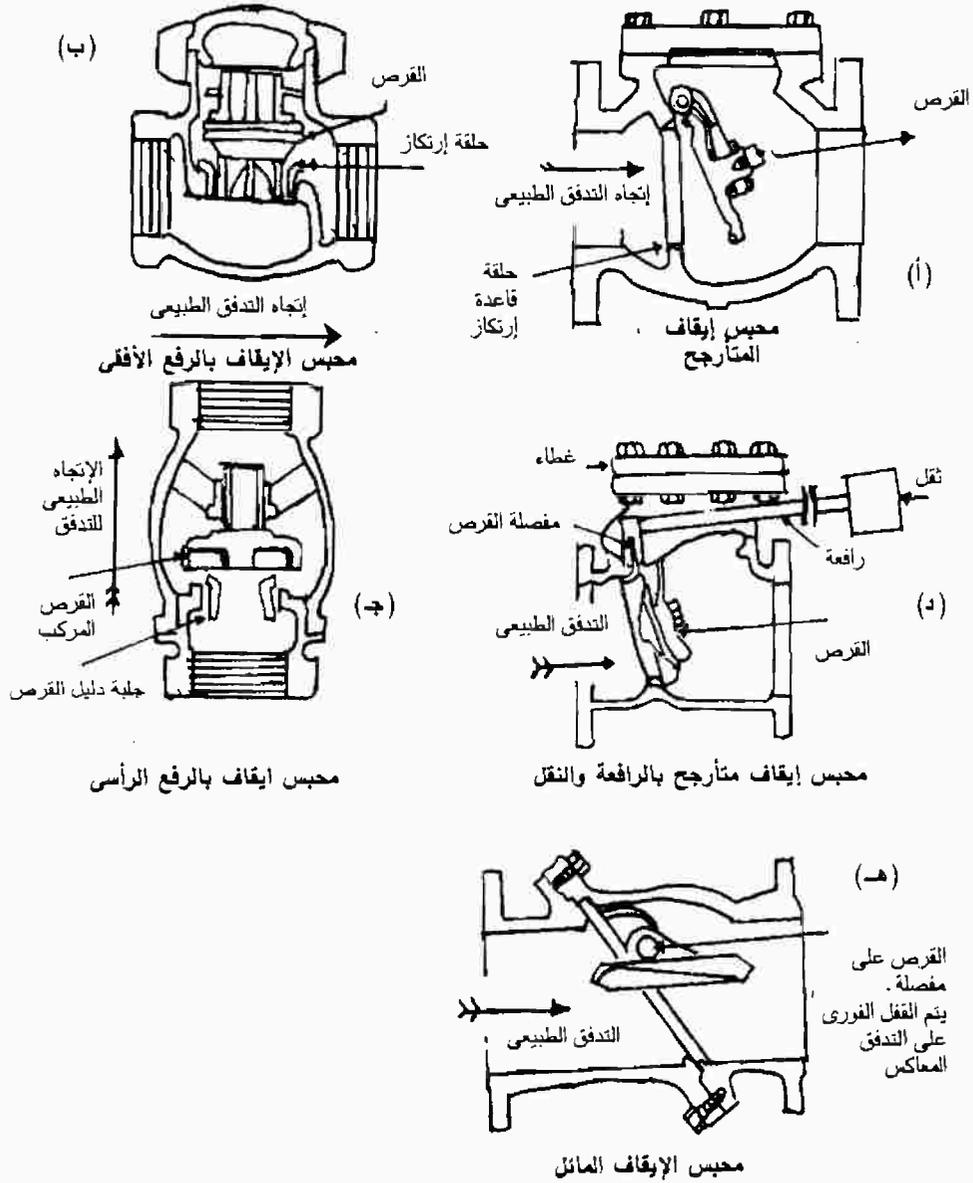
يختلف محبس بالقرص السدادة في أن قرص السدادة وقاعدة إرتكازه أطول وأكثر في الشكل المستدق (Tapered). وهذا الشكل يساعد على مقاومة التآكل ومقاومة البرى بالاحتكاك

محبس الشبه كروي بالقرص المركب

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

محبس الابره:

محبس الابره نوع آخر من المحابس الشبه كروييه الذي يستخدم في حالة دقة البيثق (Accurate Throttling) في الاستخدامات عالية الضغط ودرجة الحرارة. وتستخدم محابس



شكل (١٤٠) محابس إيقاف (عدم الرجوع) Check Valves

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

ج- محبس الإيقاف (عدم الرجوع): شكل (١٤٠) Check Valve

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 (Horisontal Lift) والإيقاف 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 الإتجاه 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-Pass Valves 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)

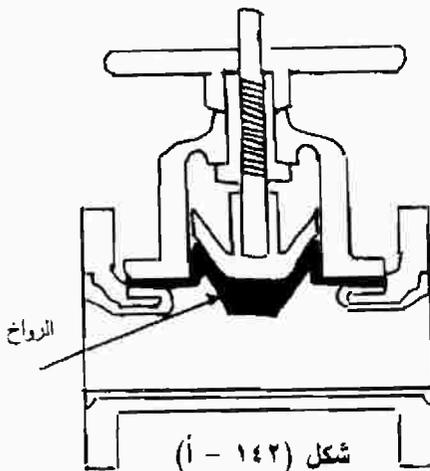
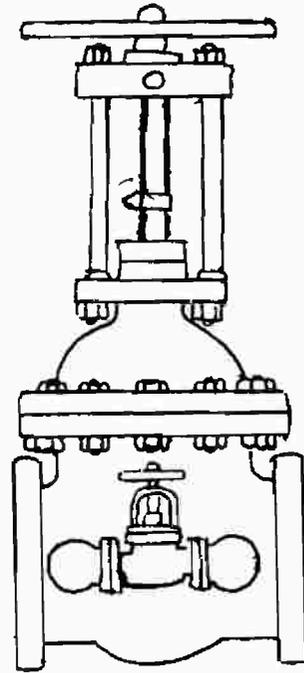
أكثر محابس الرواخ استخدام هى ذات الهدار (Weir Type). ويحتوى المحبس على مقطع مرتفع فى نصف المسافة خلال المحبس الذى يعمل كנקطة قفل للرواخ المرن. بسبب تكون الرواخ فى جسم المحبس فإن الحركة تختصر والتى بالتالى تسبب زيادة فى عمر الرواخ وتقلل من الصيانة.

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

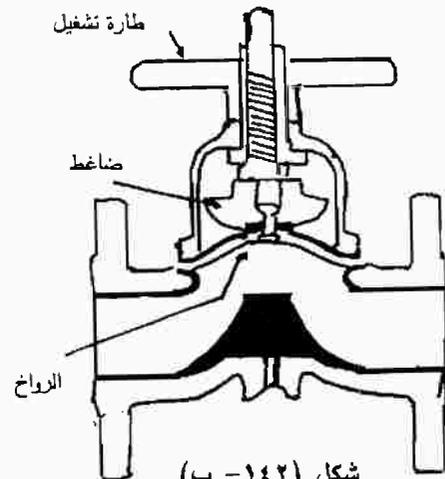
و- محبس الضغط: Pinch Valve شكل (١٤٣)

محبس الضغط مثل محبس الرдах الذى يستخدم رдах 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 الصلبة.

شكل (١٤١) محبس بالممر الجانبي
حيث توازي أعمدة كلا المحبين

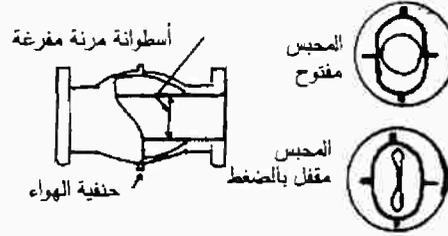


شكل (١٤٢ - أ)
محبس الرواخ بالهدار

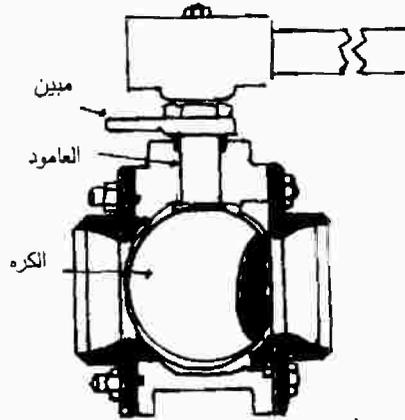


شكل (١٤٢ - ب)
محبس الرواخ بدون هدار

شكل (١٤٢) محبس الهدار



شكل (١٤٣)
محبس ضغط يعمل بالهواء



شكل (١٤٤)
محبس الكره لخفض التدفق

ز - محبس الكرة: شكل (١٤٤) Ball Valve

محبس الكرة كما هو واضح من الاسم يحتوي على سداة على شكل كره في جسم المحبس والتي تنظم التدفق. يوجد في الكرة وخلال منتصفها فتحة دائرية أو مسار للتدفق وعند الدوران ربع دورة يتوقف التدفق. محبس الكرة يوجد في ثلاثة أشكال عامة. وهي إما تكون فتحة الكرة لمسار التدفق (القطر الداخلي لمسار التدفق) يعمل كفتورى 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 في التصميم لكونه خفيف الوزن مدمج غير مكلف وخاصة في حالة المحبس كبير الحجم. وهو يتكون من قرص مستوي مستدير معلق في منتصفه (بمفصلة) التي تقفل أو تفتح تماما بربع دورة. يرتكز القرص على ركائز معدنية أو بعض مواد البلاستيك. ونظرا للتطور في مادة الإرتكاز فقد إستخدم في مجال الزيوت والغاز، الكيماويات والمياه. يستخدم المحبس عادة بديلا عن محبس القفل (السكينة) ولكن له ميزة إضافية وهي تنظيم التدفق. يوجد محبس الفراشة في نوعين أساسيين لجسم المحبس.

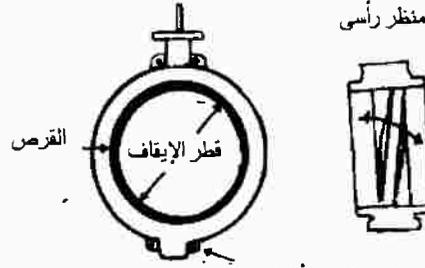
النوع المتردد (المحمول) Wafer Type

النوع ذو الفلنجتين Double Flanged Type

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

ط - محبس السداة: شكل (١٤٦) Plug Valve

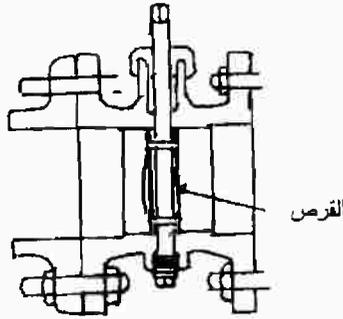
عبارة عن سداة مستوية الأجناب أو مستدقة الطرف (Tapered) التي يمكن تدويرها ربع لفة في جسم المحبس. الربع لفة تعطى قفل تام أو فتح تام للمحبس. يوجد نوعين من



ثقب تثبيت تستخدم في حالى الأقطار الكبيرة
(أ) محبس فراشه للمياه محمول ويحشر بين فلنجيتين

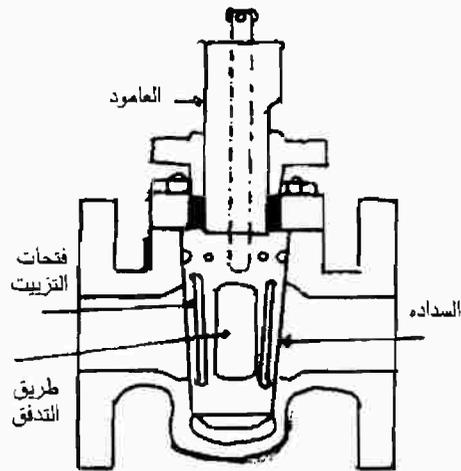


(ب) محبس فراشه للمياه محمول
ويتم تربيطه بين فلنجيتين



(ج) محبس فراشه مزود بفلنجيتين

شكل (١٤٥)
أنواع محابس الفراشة
Butter Fly Valves



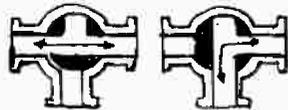
شكل (١٤٦) (أ)
محبس السداده



٣ طريق، ٢ منفق



٣ طريق، ٣ منفق



٤ طريق، ٤ منفق

شكل (١٤٦) ب
محبس متعدد سداده المنفذ

شكل (١٤٦) محبس السداده

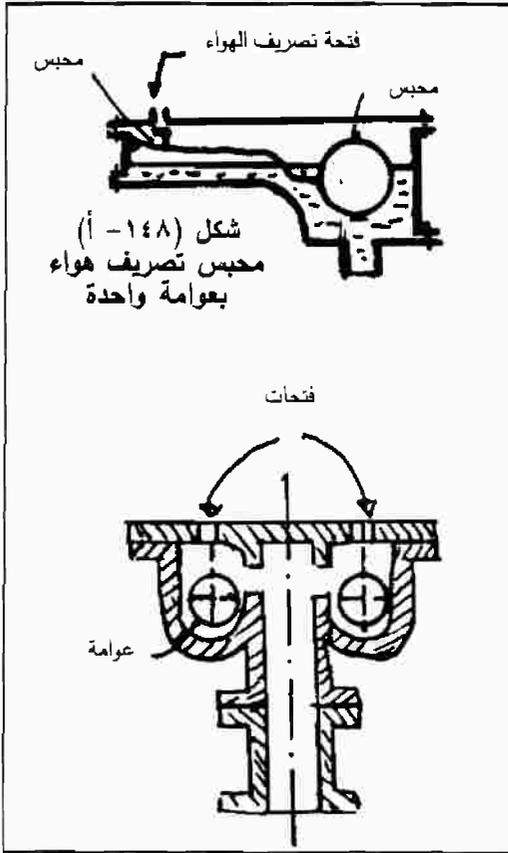
محبس السدادة. وهما السدادة التي يتم تزييتها والسدادة التي لا يتم تزييتها. ولا يستخدم الحالة الأولى عند تجنب تلوث التدفقات. محبس السدادة يمكن أن يعمل في أكثر من اتجاه شكل (١٤٦- ب).

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

هذا المحبس يعمل على التخلص من الضغط العالي في خطوط المواسير. وهو يتكون أساساً من قرص يتم التحكم فيه بواسطة زمبرك الذي يمكن ضبطه لأي ضغط. عند زيادة الضغط في 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 في الخط الرئيسي مع المحافظة على الضغط في الخط الرئيسي.

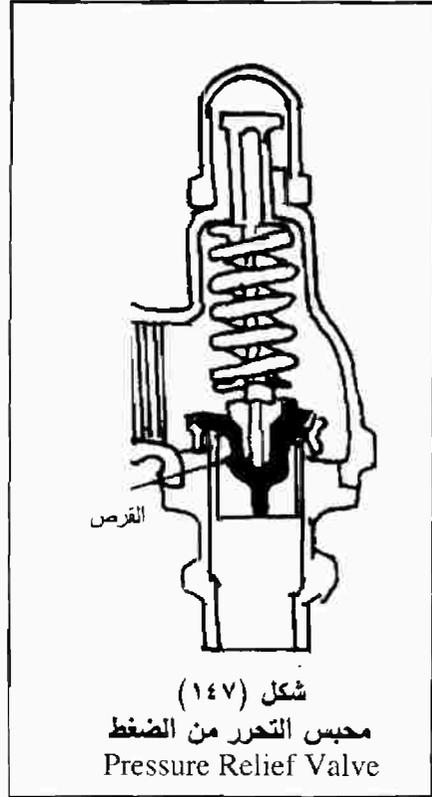
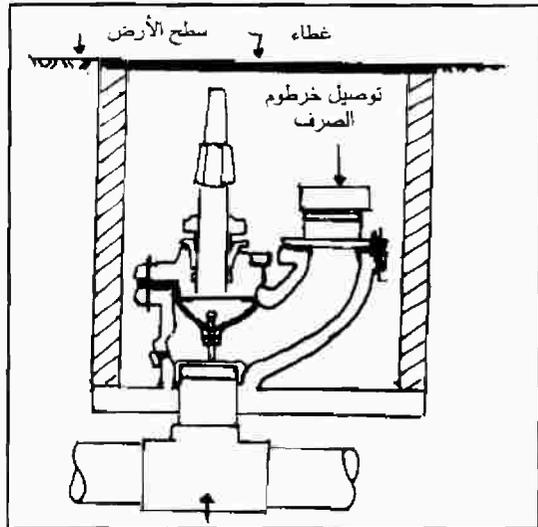
ك) محبس التحرر أو تصريف الهواء: (Air- Relief Valve) شكل (١٤٨).

عند دخول المياه في خط المواسير فإنها تحتوى على كمية من الهواء والتي تتراكم في النقط المرتفعة للخط. عند زيادة كمية الهواء فإنها تسبب توقف تدفق المياه. لذلك فإنه من الضروري إزالة تراكبات الهواء من خط المواسير. يتكون هذا المحبس من غرفه من الحديد الزهر مثبتة بمسامير رباط على فتحة في أعلا نقطة في خط المياه. يتم ضبط عوامة لها وزن معين ورافعه فيها ليكون عند إمتلاء الغرفة بالماء تحت ضغط من خط المياه أسفله فإن العوامة والرافعة تظل مرفوعة بما يمنع خروج المياه من المحبس. ولكن عند تراكم الهواء عند قمة المحبس بما يكون بعض الضغط فإن منسوب المياه ينخفض وتنخفض العوامة في الماء مع الرافعة ويفتح المحبس. الهواء المتراكم يخرج خلال الفتحة. يرتفع ثانياً منسوب المياه بما يرفع العوامة ومن ثم قفل المحبس. وبهذا فإن هذه المحابس تعمل آلياً 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، ولأقطار ٥"-١٠" قطر المحبس ٢" ولأقطار ١٠"-١٥" قطر المحبس ٣"، ولأقطار ١٦"-٢٠" قطر المحبس ٤"، ولأقطار ٢١"-٢٤" قطر المحبس ٦".



شكل (١٤٨ - ب)
محبس تصريف هواء بعوامتين

شكل (١٤٩ - أ)
حنفية الحريق بالبنق
Flush Hydrant



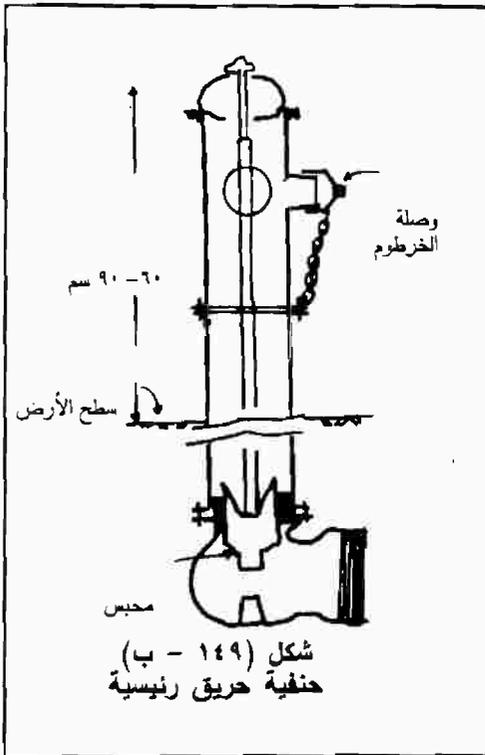
11 - محابس الغسيل: Drain Valves

عند أدنى نقطة في خط المياه تركيب فرعة جرف T والتي يركب عليها محبس الغسيل وعند فتح محبس الغسيل فإن المياه تندفع وتزيل كل الرواسب من الخط الرئيسي.

7 - حنفية الحريق: Hydrant (١٤٩)

تستخدم حنفية الحريق لسحب المياه من الخطوط الرئيسية لمقاومة الحرائق، ولرى الحدائق ولتنظيف خطوط الصرف الصحي 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 في خط المياه عند مواقع حنفيات الحريق كالتالي: من ٧ - ١٤ متر إذا كان الضخ خلال محرك

من ٣٥ - ٥٠ متر في 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 الرئيسي Post Hydrant شكل (١٤٩ - ب).

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

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

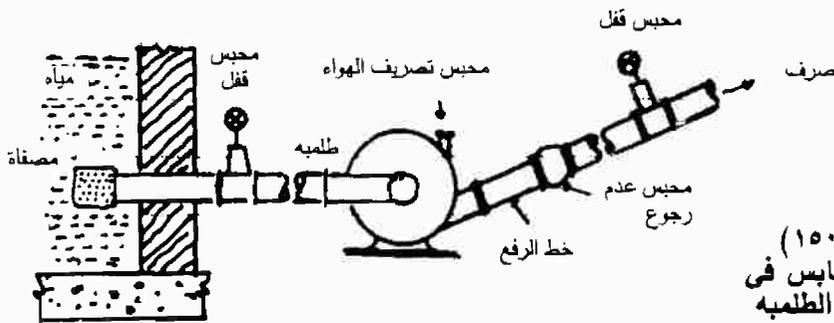
يركب محبس قدم (Foot Valve) عند نهاية ماسورة السحب (Suction) وذلك بهدف المحافظة على بقاء المياه في ماسورة السحب ومنع المياه من التدفق الى أسفل وذلك يوفر عدم الحاجة لتحضير الطلمبه.

يركب محبس عدم رجوع (Reflux or Check Valve) بعد الطلمبه في خط المياه الصاعد وذلك لمنع إرتداد المياه عند توقف الطلمبه أثناء الاصلاح أو في 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. في حالة تركيب الطلمبه أسفل منسوب المياه في خزان المياه، يكون من الضروري كذلك تركيب محبس في جانب السحب لمنع تدفق المياه أثناء الاصلاح.

لمنع الانفجار والتلف لخطوط الرفع يركب محبس خفض الضغط والذي لا يسمح برفع الضغط بعد حد الأمان المعين. ويكون إستخدام محابس خفض الضغط ضروري في حالة الطلمبات التردديه (Reciprocating) يلزم كذلك تركيب أجهزة قياس الضغط على جانبي السحب والرفع للطللمبه الذي يوضح الضغوط في خطوط المواسير.

في بعض الحالات توضع أجهزة قياس على خط المياه لقياس كميته المياه الجارى ضخها.

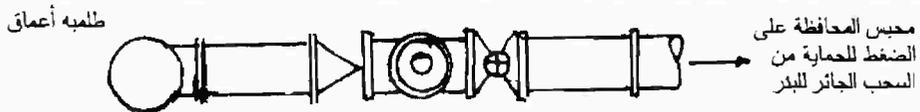
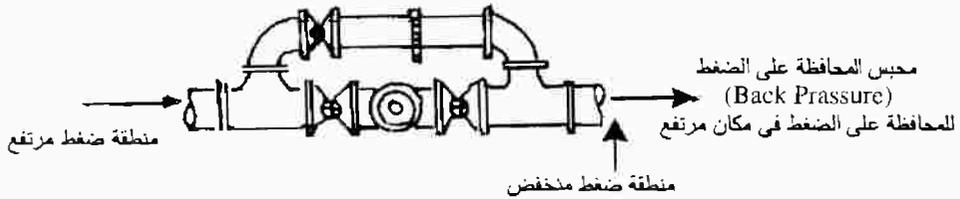
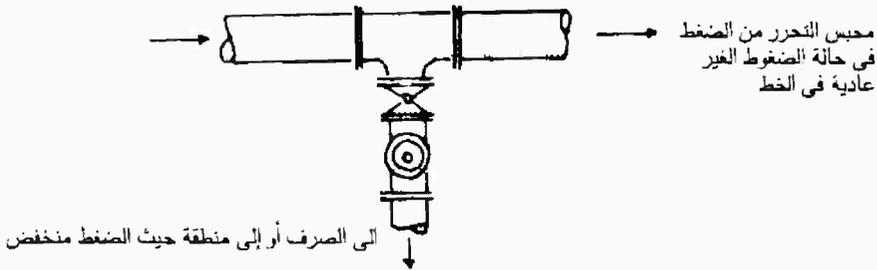
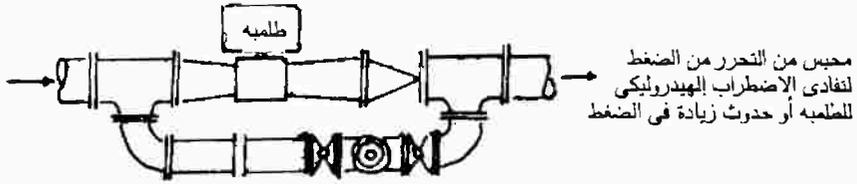
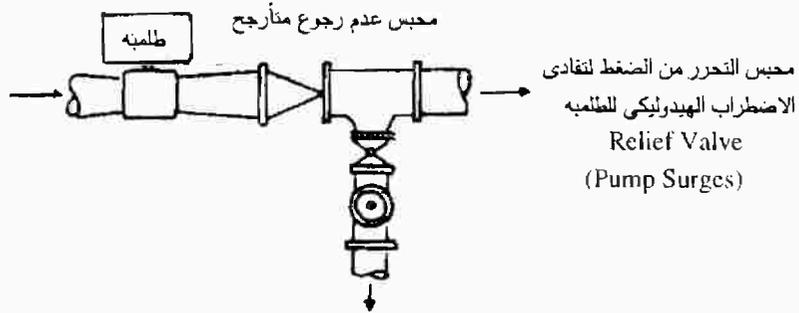


٩ - استخدام المحابس :

المحابس المستخدمة في شبكة 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 الوصلات شبه مقفله (Loops) وتنظم لاعطاء أقصى مرونة لمسار التدفق . وقد يكون عدد المحابس في مقاطع الشارع من ٣ - ٤ يتم التحكم فيها من خلال صناديق المحبس . وهذه عادة تكون محابس قفل (Gate Valves) . إنه ليس من الضروري دائما أن يكون المحبس مساوي لقطر الماسورة . طبقا لخصائص التدفق الهيدروليكي للمحبيب يمكن خفض قطر المحبيب بمقدار بوصة واحدة (One Pipe Size) بدون فقد واضح في الضغط . ورغم هذا فإن سرعة التدفق خلال المحبيب (١٠ قدم في الثانية كحدود مقترحة للتصميم) بالإضافة الى تكاليف المساليب والوصلات الأخرى قد لا يسبب أى خفض في تكاليف المحبيب الأصغر وخاصة في المواسير صغيرة القطر (من ٤ - ١٢") . بالإضافة الى محابس الخط والتي تكون عادة محابس قفل فإن الشبكة تحتوى على محابس أخرى كثيرة 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 الارتفاع (Altitude Control Valves) ، محابس عدم رجوع ، محابس السدادة (Plug Valves) ، المحابس الشبه كرويه (Globe Valves) وأنواع أخرى . يركب معظم المحابس فى محطة الطلمبات . محابس التحكم فى الرفع تتركب فى مواسير لدخول الى خزانات أو أحواض فى المياه . تستخدم محابس التحكم فى الضغط عند نقاط الاختلاف فى الضغط فى الشبكة .

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 الميتة وما شابه ذلك .

الباب الرابع



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

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

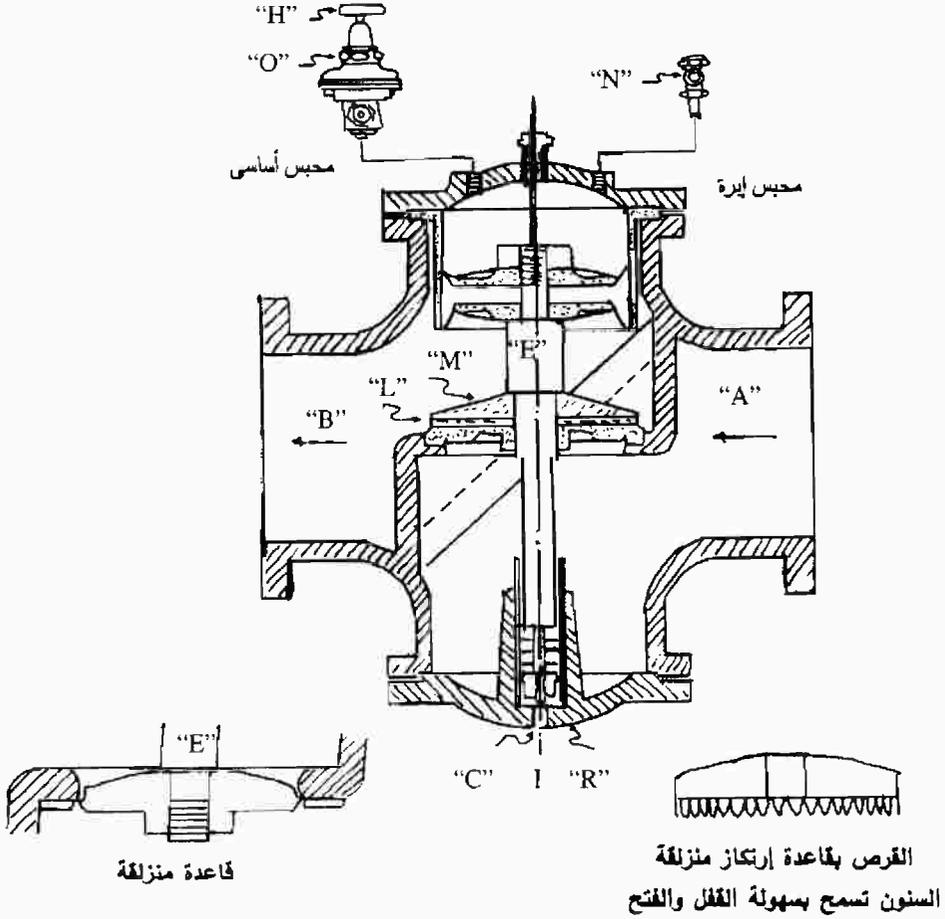
استخدام محابس خفض أو التحكم فى الضغط: (Pressure Reducing Valves)

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 طبقاً على أى من الجانبين يوجد الضغط المرتفع. تتصل الغرفتين للمحس بواسطة خط جانبي ذو القطر الصغير وله تحكم هيدروليكي الذى يمكن ضبطه عند إتزان الضغط المطلوب بين الغرفتين. يمكن إضافة نظم تحكم إضافية لتسمح للمحس 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 الجانبي (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 الاستاتيكي 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 امتلأ.

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

بغرض خفض الضغط فى الخطوط ذات الأقطار الصغيرة يمكن إستخدام محبس الرداخ لخفض الضغط. يتم ضبط الرداخ عادة بواسطة مسمار قلاووظ وزمبرك معيار (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 الذي يعمل بالمكبس ويستخدم لخفض الضغط

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

ملاحظات:

- ١ - "A" توضع المدخل، "B" المخرج، "E" عامود المحبس الذي يحمل المكبس "F" "P" والمحبس "M" والذي يرتكز على قاعدة من الجلد "L". في الغطاء "R" أسطوانة صغيرة والمكبس "P" يفتح الى الفراغ الخارجى عند "C". "K" غرفة الضغط العالى (الندخول) يسלט 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 البطيء، لطاره اليد "H".

وإنخفاض في الضغط عند الخروج الى الحد المقرر. وتصمم عادة هذه المحابس لإتجاه واحد للتدفق فقط ولكن مثل المحابس الكبيره قد تستخدم في شكل محبسين متعاكسين (Reversed Pairs) أو في بطاريات لخدمة الإحتياجات المحلية. مجال العمل لمحبس خفض الضغط يجب أن يشمل أقصى وأدنى تدفقات للمياه كما في حالة المحابس المتوسطة. عادة ينشأ محبس كبير ومحبس صغير بالتوازي على الخط الرئيسي كمبر جانبي. يعد المحبس الصغير للعمل عند ضغط أعلى بعدة أرتال/ 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 في الاضطراب (Surge Control) وذلك بتطوير بسيط في التصميم. هذه المحابس تستخدم عادة بالتوازي مع محابس عدم الرجوع في محطة الطلمبات بهدف تنظيم التغيرات في معدل التدفق والذي يمكن أن يتم بالاضطراب المعاكس (Back Surges)، والتيارات الهيدروليكية الطارئة وما شابه ذلك من أسباب.

يمكن تجهيز التحكم في المحبس لتمرير موجه الضغط السابقة للإضطراب (Surge). محبس عدم الرجوع بطيء القفل مع محبس التحكم في الاضطراب يمكن أن يعمل على قفل الخط والتمرير الجانبي (By- Pass) للإضطراب الى الخلف الى ماسورة المأخذ من المحطة أو الى غرفة الاضطراب حيث يبطل مفعوله. يمكن التحكم في التوقف أو البدء المفاجيء لمحطة الطلمبات لتفادي الموجات الهيدروليكية المفاجئه والإضطراب.

محابس الغسيل:

تكون محابس الغسيل عادة بقطر ١٠٠ مم، ١٥٠ مم، ٢٢٥ مم وتستخدم أساساً لتفريغ المواسير الرئيسي من المياه أو لتصريف المياه التراكمه أو الملوثة من المواسير. بالنسبة لخطوط المواسير الرئيسية خارج المدن فإن محابس الغسيل توضع في النقط السفلى من الخط والتي

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

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

فرعات التغذية المنزلية:

فرعة التغذية من شبكة المياه العمومية الى داخل المبنى وعليها محبس تكون في صندوق من الزهر قطاعه يبدأ من ١٠ سم x ١٠ سم ويمتد الى منسوب فرعة التغذية الذي يبعد عن سطح الأرض أو سطح الرصيف حوالي ٩٠ سم. ومن المحبس في إتجاه داخل المبنى يمثل الماسورة لاعلا قليلا لتسمح بسريران الهواء في اتجاه سير المياه لأعلا.

عدادات المياه:

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