الباب الأول

العناصر الهيدروليكية

obeikandl.com

obeikandl.com

العناصر الهيدروليكية

١ / ١ – مقدمة:

إن كلمة هيدروليك Hydraulic مشتقة من الكلمة الإغريقية هيدرو Hydro بمعنى ماء، وكذلك أوليس Aulis بمعنى ماسورة أو خرطوم. ويعني اصطلاح الهيدروليك أى التحكم فى نقل الحركة والقوى داخل الآلات مستخدمًا السوائل المضغوطة لذلك. (أما مصطلح إلكتروهيدروليك Electrohydraulic فيعنى التحكم فى عناصر الفعل الهيدروليكية مثل: الأسطوانات والمحركات الهيدروليكية باستخدام عناصر هيدروليكية، وعناصر إلكتروهيدروليكية وأيضًا عناصر كهربية. ولدراسة النظم الإلكتروهيدروليكية يجب التعرف على هذه العناصر السالفة الذكر، وسوف نتناول العناصر الهيدروليكية فى هذا الباب بشيءٍ من الإيجاز.

فالعناصر الهيدروليكية تنقسم هى الأخرى إلى:

١ – عناصر إمداد الدوائر الهيدروليكية بالزيت المضغوط مثل:

أ – وحدات القدرة الهيدروليكية.

ب – المراكم الهيدروليكية.

٢ – عناصر نقل القدرة الهيدروليكية مثل:

أ – خطوط التوصيل.

ب – أدوات التوصيل.

٣ – عناصر الفعل الهيدروليكية مثل:

أ – المحركات الهيدروليكية.

ب – الأسطوانات الهيدروليكية.

٤ – عناصر التحكم الهيدروليكية مثل:

أ – صمامات التحكم فى الضغط.

ب – صمامات التحكم فى التدفق.

١ / ٢ – وحدة القدرة الهيدروليكية Hydraulic Power Unit :

تعد وحدة القدرة بمثابة القلب النابض فى دوائر التحكم الهيدروليكية، وتتكون هذه الوحدة من مجموعة من العناصر الهيدروليكية أهمها ما يلى:

١ – **المضخة الهيدروليكية**: وتقوم بإمداد الدائرة الهيدروليكية بالزيت الهيدروليكى بالضغط المطلوب.

٢ – **الخزان**: ويقوم بتجميع الزيت الراجع من الدائرة الهيدروليكية وكذلك مد الدائرة بالزيت.

٣ – **الزيت الهيدروليكى**: وهو وسيط نقل القدرة الهيدروليكية.

٤ – **صمام تصريف الضغط**: (حد الضغط) ويعمل على منع وصول ضغط التشغيل للمضخة لحدود غير آمنة، وذلك بتصريف الزيت للخزان.

٥ – **مرشح الزيت الهيدروليكى**: ويقوم بترشيح الزيت الهيدروليكى من الرواسب المعدنية العالقة به، وذلك لحماية العناصر الهيدروليكية من التلف، وهناك عدة أنواع من المرشحات:

الأول: يرشح الزيت الراجع للخزان.

الثانى: يرشح الزيت المسحوب.

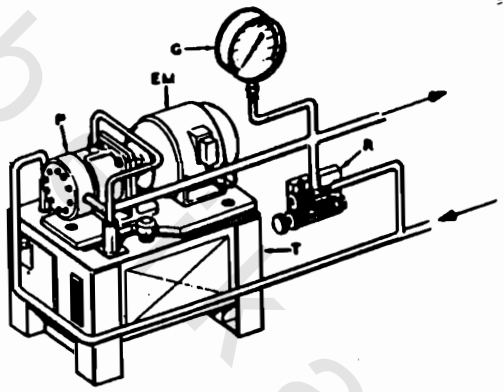
الثالث: يرشح زيت الملء وكذلك الهواء الداخل للخزان.

٦ – **المبردات**: وتقوم بتبريد الزيت الهيدروليكى لمنع حدوث تحلل للزيت الهيدروليكى، نتيجة لارتفاع درجة حرارته، فارتفاع درجة حرارة الزيت الهيدروليكى يؤدى لتلف الزيت، وتباعًا يؤدى لتلف العناصر الهيدروليكية فى الدائرة.

وتسمى المبردات أحيانًا بمبادلات حرارية تقوم بخفض درجة حرارة الزيت، نتيجة للتبادل الحرارى بين الزيت ومائع آخر مثل الماء البارد.

٧ - **السخانات**: وتقوم بتسخين الزيت الهيدروليكى إذا كانت درجة حرارته منخفضة جداً وذلك للتقليل من لزوجة الزيت التى تمثل حملاً زائداً على المضخة الهيدروليكية.

والشكل (١ - ١) يعرض مخططًا توضيحيًا لوحدة قدرة هيدروليكية بمحرك كهربى ومضخة مثبتين أفقيًا حيث إن :



المحرك الكهربى	EM
المضخة	P
عداد قياس الضغط	G
صمام تعريف الضغط	R
الخزان	T

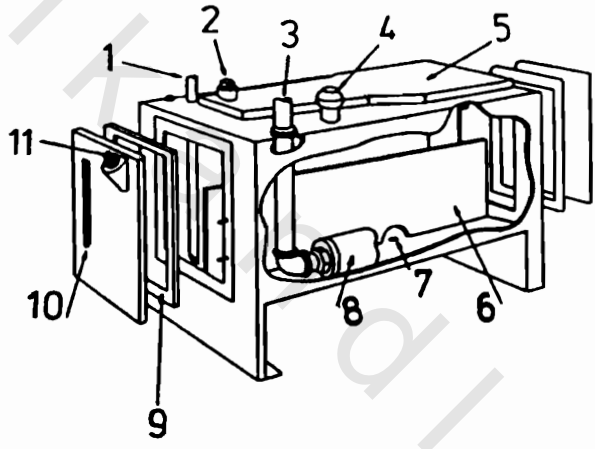
شكل (١ - ١)

والشكل (١ - ٢) يعرض مخططًا مفصلاً لخزان وحدة القدرة الهيدروليكية حيث إن :

خط الراجع	1
خط صرف المتسرب	2
خط السحب	3
نفث بمرشح للهواء	4
لوح تثبيت المضخة والمحرك الكهربى	5
لوح تقسيم الخزان من الداخل لمنع الدوامات	6
طبة تصريف	7
مصفاة	8
غطاء فتحة التنظيف	9

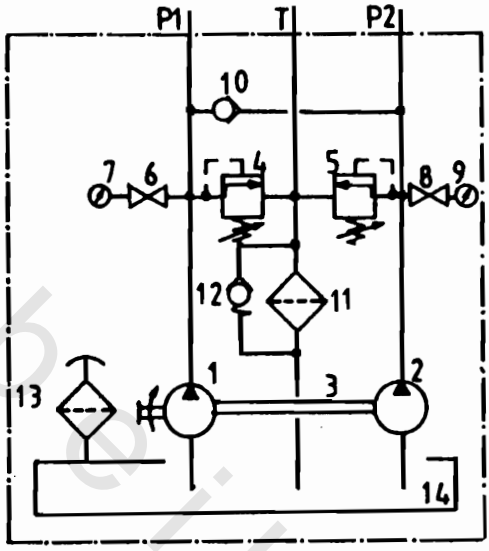
obeikandl.com

مبين مستوى الزيت	10
قمع تعبئة الزيت	11

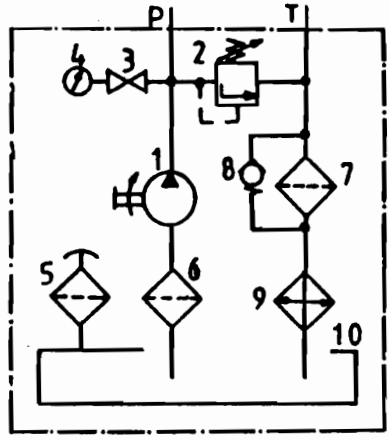


شكل (١ – ٢)

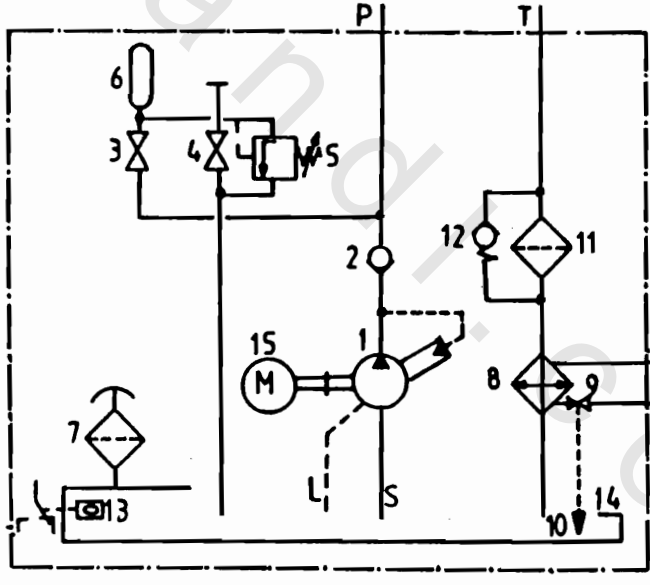
وهناك تصميمات مختلفة لوحدات القدرة الهيدروليكية. وفى الشكل (١ – ٣) عرض لبعض الدوائر الخاصة بوحدات القدرة الهيدروليكية.


P1
T
P2
10
7
6
4
5
8
9
12
11
13
1
3
2
14

ب


P
T
4
3
2
1
8
7
5
6
9
10

أ


P
T
6
3
4
S
2
12
11
15
1
M
8
9
7
L
S
13
10
14

جـ

شكل (١ – ٣)

وفيما يلى العناصر المكونة لوحدة القدرة الموضحة بالرسم (أ) :

1 مضخة هيدروليكية.

2 صمام تصريف ضغط المضخة عند وصول الضغط للضغط المعاير عليه الصمام.

3 محبس يدوى للتحكم فى تشغيل العداد 4 .

4 عداد ضغط.

5 مرشح الملء والتنفيس.

6 مرشح السحب.

7 مرشح الراجع.

8 صمام لارجعى يعمل كمسار بديل لمرشح الراجع عند انسداده.

9 مبرد.

10 الخزان.

وفيما يلى العناصر المكونة لوحدة القدرة بالرسم (ب) :

1 مضخة ذات ضغط عالٍ HP وحجم هندسى منخفض LV .

2 مضخة ذات ضغط منخفض LP وحجم هندسى مرتفع HV .

3 وصلة ميكانيكية.

4 صمام تصريف ضغط المضخة 1 .

5 صمام تصريف ضغط المضخة 2 .

6 محبس يدوى للتحكم فى تشغيل العداد 7 .

7 عداد ضغط لقياس ضغط المضخة 1 .

8 محبس يدوى للتحكم فى تشغيل العداد 9 .

9 عداد ضغط لقياس ضغط المضخة 2 .

10 صمام لارجعى .

obeikandi.com

11 مرشح راجع.

12 صمام لارجعى يعمل كمسار بديل لمرشح الراجع عند انسداده.

13 مرشح ملء وتنفيس.

14 خزان.

وفيما يلى العناصر المكونة لوحدة القدرة الموضحة بالرسم (ج):

1 مضخة متغيرة الحجم الهندسى.

2 صمام لارجعى يمنع عودة الزيت للمضخة.

3 محبس يدوى للتحكم فى ملء المركم 6 .

4 محبس يدوى للتحكم فى تفريغ المركم 6 .

5 صمام تصريف المركم.

6 المركم.

7 مرشح ملء وتنفيس.

8 مبرد.

9 محبس كهربى يتحكم فى تدفق سائل التبريد ذاتيًا عند ارتفاع حرارة الزيت.

10 محبس درجة حرارة الزيت الهيدروليكى.

11 مرشح الزيت الراجع.

12 صمام لارجعى يعمل كمسار بديل عند انسداد المرشح 11 .

13 عوامة كهربية موصلة بدائرة إنذار تعمل عند نقص مستوى الزيت.

14 الخزان.

15 محرك كهربى.

١ / ٢ / ١ - المضخات الهيدروليكية Fluid pumps :

حتى يمكن أن نتناول الأنواع المختلفة للمضخات الهيدروليكية يجب

obeikandl.com

التعرف أولاً على بعض المصطلحات الفنية المستخدمة فى المضخات وهى كما يلى :

١ - مدى الضغط Pressure range :

ويعطى أقصى ضغط آمن يمكن أن تولده المضخة، ويعطى بوحدة Bar أى Kgp/ Cm^2 ، أو بوحدة Psi أى $Ib/inch^2$.

٢ - الضغط الأقصى Max Pressure : وهو أقصى ضغط تتحمله المضخة .

٣ - ضغط التشغيل Working Pressure :

وهو الضغط الذى تعمل عنده المضخة، ويجب ألا يتعدى هذا الضغط الضغط الأقصى لأى عنصر من عناصر الدائرة الهيدروليكية والمستخدمة فيها.

٤ - الحجم الهندسى Geometric displacement :

ويعطى حجم الزيت الذى تضخه المضخة فى اللفة الواحدة، ويعطى بوحدة L/ rev أى لتر / لفة أو cc/rev أى سم٣ / لفة.

٥ - السعة Capacity :

ويعطى حجم الزيت الذى تضخه المضخة فى الدقيقة، وهو يساوى حاصل ضرب الحجم الهندسى فى عدد لفات الدوران فى الدقيقة، ويعطى بوحدة L/min أى لتر / دقيقة أو gal/min أى جالون / دقيقة.

٦ - مدى السرعة Speed range :

ويعطى أقل وأكبر سرعة آمنة يمكن للمضخة أن تعمل عندها بدون حدوث تلف للمضخة، ويعطى بوحدة R.P.M أى لفة / دقيقة.

٧ - الكفاءة الحجمية Volumetic efficiency :

وهى النسبة بين حجم الزيت الخارج من المضخة فى اللفة عند ضغط التشغيل للمضخة إلى حجم الزيت الخارج من المضخة عند ضغط obar .

وتقوم المضخات بصفة عامة بسحب الزيت الهيدروليكى من الخزان ودفعه بضغط

معين للدائرة الهيدروليكية وذلك للتحكم فى تحريك أحمال خارجية، وهذا بالطبع يمثل مقاومة لتدفق الزيت الهيدروليكى، وللتغلب على هذه المقاومة يرتفع ضغط الزيت الهيدروليكى للقيمة التى تمكن من التغلب على هذه المقاومة.

ويمكن تقسيم المضخات الهيدروليكية بصفة عامة إلى:

١ - **مضخات ثابتة الحجم الهندسى**: وهى مضخات لا يمكن تغيير حجمها الهندسى أهمها ما يلى:

أ - مضخات ترسية Gear Pumps .

ب - مضخات دوارة ريشية Vane Pumps .

جـ - مضخات دوارة بمكابس محورية أونصف قطرية Piston Pumps .

٢ - **مضخات متغيرة الحجم الهندسى**: وهى مضخات مزودة بوسيلة للتحكم فى حجمها الهندسى للمحافظة على ثبات التدفق، أو ثبات الضغط، أو ثبات القدرة، أو ثبات جميع هذه المتغيرات معًا وأهم أنواع هذه المضخات ما يلى:

أ - مضخات دوارة ريشية Vane Pumps .

ب - مضخات دوارة مكبسية (محورية أو نصف قطرية) Piston Pumps .

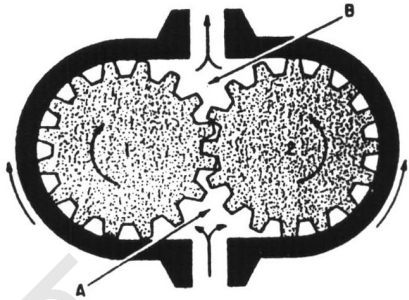
وسوف نتناول فى هذه الفقرة أكثر المضخات الهيدروليكية انتشاراً وهى المضخات الترسية، وهذه المضخات تكون ثابتة الحجم الهندسى، وتتميز بانخفاض سعرها، وبساطتها، وطول عمرها، وأجزائها المتحركة القليلة، وسهولة صيانتها.

وتتواجد هذه المضخات بأحجام مختلفة، وكذلك بضغوط تشغيل مختلفة، ويتناسب سعر المضخة تناسبًا طرديًا مع الحجم الهندسى ومدى الضغط لها. **وهناك نوعان من المضخات الترسية وهما:**

١ - المضخات الترسية ذات التروس الخارجية.

٢ - المضخات الترسية ذات التروس الداخلية.

وسوف نكتفى هنا بتناول النوع الأول من المضخات الترسية لكثرة استخدامه، وتحتوى هذه المضخات على ترسين خارجيين داخل غلاف المضخة كما هو موضح بالشكل (١ - ٤) حيث تتداخل أسنان الترسين معًا، فالترس 1 مثبت على عمود



شكل (١ - ٤)

الإدارة للمضخة، الترس 2 يدور تباعًا نتيجة للتعشيقة الميكانيكية مع الترس 1 فى الاتجاه المضاد، وعند دوران عمود إدارة المضخة تنفصل أسنان الترسين وتتسع الفراغات بينهما أمام خط السحب فى المنطقة A مما يؤدى لانخفاض الضغط فى خط السحب عن الضغط الجوى فيندفع السائل من الخزان للمضخة من خلال خط السحب، بينما تضيق الغرف المتكونة بين أسنان الترسين أمام خط الضغط فى المنطقة B فيندفع السائل من خط الضغط بضغط عال يعتمد قيمته على تصميم المضخة، ويتراوح الحجم الهندسى للمضخات الترسية بصفة عامة (3.5: 100cc/rev) ويصل ضغط التشغيل إلى 250 bar ، وتتراوح سرعتها ما بين 1000 : 3000 RPM .

١ / ٢ / ٢ - السائل الهيدروليكى Hydraulic Fluid :

يستخدم السائل الهيدروليكى فى النظام الهيدروليكى كوسيط نقل القوى إلى الأحمال المختلفة، وذلك لأن السائل الهيدروليكى غير قابل للانضغاط، وهناك بعض الخواص الطبيعية لأى سائل هيدروليكى يجب أخذها فى الاعتبار عند اختيار السائل المناسب مثل:

١ - اللزوجة Viscosity :

وتعرف اللزوجة على أنها: المقاومة الداخلية للسائل والتى تمنع تدفق السائل، فمثلاً: البنزين له لزوجة صغيرة تسمح بتدفقه بسهولة بينما الجلسرين له لزوجة عالية تقلل من تدفقه، وعادة تتغير اللزوجة بتغير درجة الحرارة لذلك يجب اختيار السائل الهيدروليكى الذى له لزوجة ثابتة عند درجات حرارة التشغيل المختلفة، ويمكن معرفة ذلك من معرفة رتبة اللزوجة للسائل Viscosity index .

وتعرف رتبة اللزوجة بالعلاقة التالية:

$$VI = \frac{L - U}{L - H} \times 1000$$

حيث إن :

L اللزوجة عند درجة حرارة 100°F لزيت هيدروليكى رتبة لزوجته 0 .

U اللزوجة عند درجة حرارة 100°F للزيت المطلوب تعيين رتبة لزوجته.

H اللزوجة عند درجة حرارة 100°F لزيت له رتبة لزوجة 100 .

ويفضل ارتفاع رتبة اللزوجة للسوائل الهيدروليكية، وتختار لزوجة الزيت بحيث تكون مناسبة للمضخات والمحركات المستخدمة، وعادة فإن معظم مصنعى المضخات والمحركات الهيدروليكية يجدون أن أفضل ظروف تشغيل عند لزوجة 28 CST علمًا بأن سنتى ستوك (cst) يكافئ (mm^2/sec) عند درجة حرارة التشغيل حيث إن درجة حرارة التشغيل المتوسطة تساوى 50 درجة مئوية.

٢ - الثبات الكيميائى Chemical stabilility :

ويعرف على أنه درجة تحمل السائل للأكسدة والتحلل عند ظروف التشغيل المختلفة.

٣ - خلوه من الحمضية Freedom from acidity :

وذلك حتى لا يحدث صدأ للأجزاء المعدنية بالدائرة الهيدروليكية.

٤ - نقطة الوميض Flash point :

وهى درجة الحرارة التى يتحول عندها السائل لبخار يشتعل بمجرد تعرضه للهب، ويفضل ارتفاع نقطة الوميض للسائل الهيدروليكى.

٥ - درجة السمية Degree of toxicity :

ويجب أن تقل درجة السمية للزيت لمنع حدوث تسمم للعاملين بالدوائر الهيدروليكية.

ويمكن تقسيم الزيوت الهيدروليكية تبعًا لنوع المحتوى الأعظم لها إلى : أكثرها ماء - أكثرها بترولاً - أكثرها مركبات كيميائية.

وأكثر هذه الأنواع انتشاراً هى : السوائل الهيدروليكية البترولية (المعدنية) ولكن تستخدم الأنواع الأخرى كسوائل هيدروليكية مقاومة للحريق Fire - resistant حيث تستخدم فى الأماكن ذات ظروف التشغيل القاسية مثل : المسابك، حيث درجات الحرارة العالية وبالتالى تصبح الزيوت البترولية غير مناسبة للاستخدام لانخفاض درجة حرارة الاشتعال الذاتى لهذه الزيوت البترولية .

١ / ٣ - المراكم الهيدروليكية Hydraulic accumlators :

يعرف المركم الهيدروليكى بأنه خزان يستخدم لتخزين السائل الهيدروليكى تحت ضغط معين لحين الحاجة إليه، **وهناك عدة أنواع من المراكم أهمها :**

١ - المركم ذو الوزن Weight - loaded accumulator .

٢ - المركم ذو الياى Spring - loaded accumulator .

٣ - المركم ذو الكباس Piston type accumulator .

٤ - المركم ذو الكيس الغشائى Bladder type .

وهناك استخدامات مختلفة للمراكم مثل :

١ - مخزن احتياطى للسائل المضغوط يستخدم عندما تحتاج الدائرة الهيدروليكية لكمية كبيرة من السائل المضغوط فى فترة زمنية قصيرة، وبالتالى يمكن استخدام مضخة صغيرة الحجم مع المركم بدلاً من استخدام مضخة كبيرة الحجم بمفردها وهذا أفضل من الناحية الاقتصادية .

٢ - تعويض التسريب فى الدورة الهيدروليكية وبالتالى تحافظ على ضغط الدورة ثابتاً .

٣ - تخميد قفزات الضغط عند مخارج الأسطوانات بامتصاصها .

٤ - كوحدة طوارئ تعمل على إنهاء عملية قد بدأت أثناء تعطل وحدة القدرة الهيدروليكية .

وفيما يلى رمز المركم بصفة عامة :

١ / ٤ - الخطوط الهيدروليكية وأدوات التوصيل

Hydraulic Lines and Fittings

يوجد ثلاثة أنواع من الخطوط الهيدروليكية وهى:

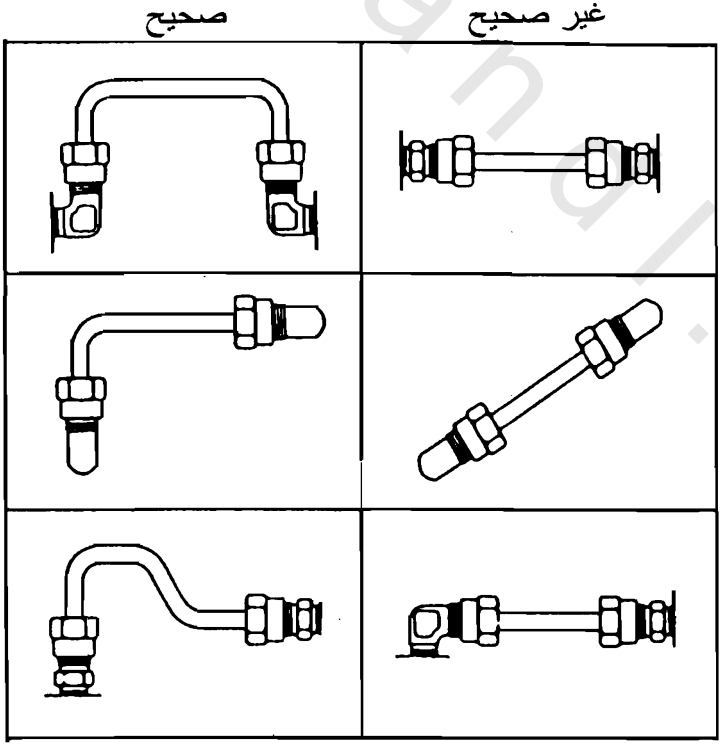
١ - المواسير الصلبة Rigid:

وهى تصنع من الصلب ويمكن تقسيم هذه المواسير إلى مواسير قياسية Standard ومواسير قوية جداً Extra strong ومواسير بقوة مضاعفة Double extra strong. وجاء هذا التقسيم بناء على سمك جدران هذه المواسير، وتتواجد هذه المواسير بأحجام مختلفة حيث إن حجم الماسورة يطابق عادة القطر الداخلى بالبوصة على سبيل المثال:

1/8, 1/2, 3/8, 1/2, 3/4, 1, ...

٢ - الأنابيب شبه الصلبة Simi rigid tubes:

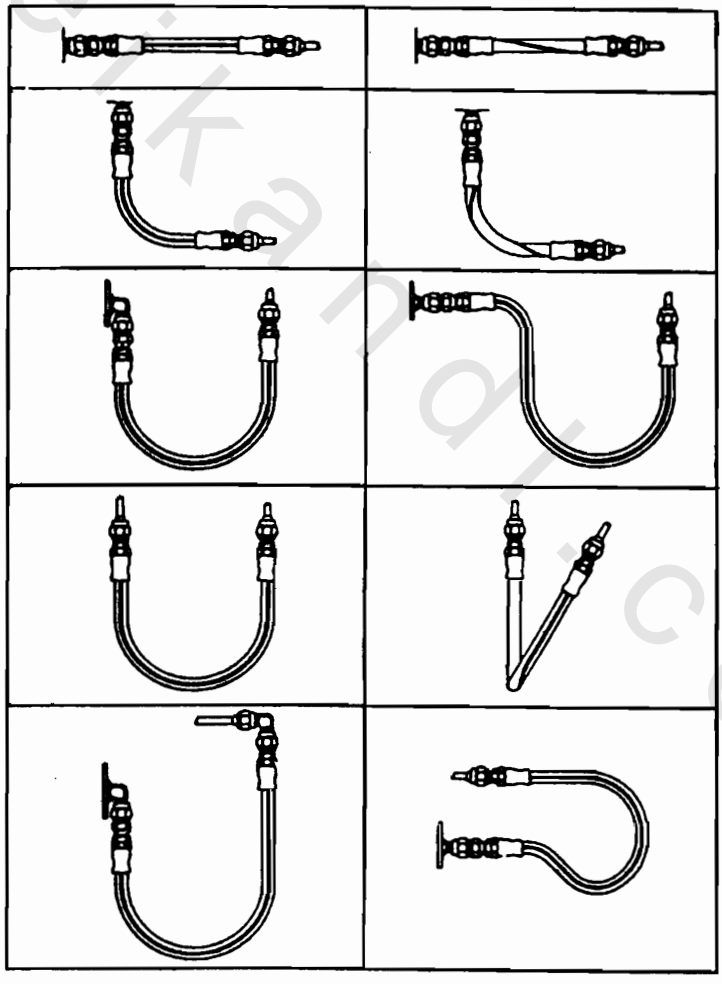
وهى تصنع عادة من الصلب المخمر المسحوب على البارد، وتختار هذه المواسير بناء على عنصرين هامين وهما: القطر الخارجى وسمك جدرانها، والشكل (١ - ٥) يعرض طرق التركيب الصحيحة والخاطئة للأنابيب شبه الصلبة تبعًا لتوصية شركة weather head co., علمًا بأن قطر انحناء هذه الأنابيب يجب ألا يقل عن (2.5: 3D) حيث D هو القطر الخارجى للأنبوبة.



شكل (١ - ٥)

٣ - الخراطيم المرنة Hoses :

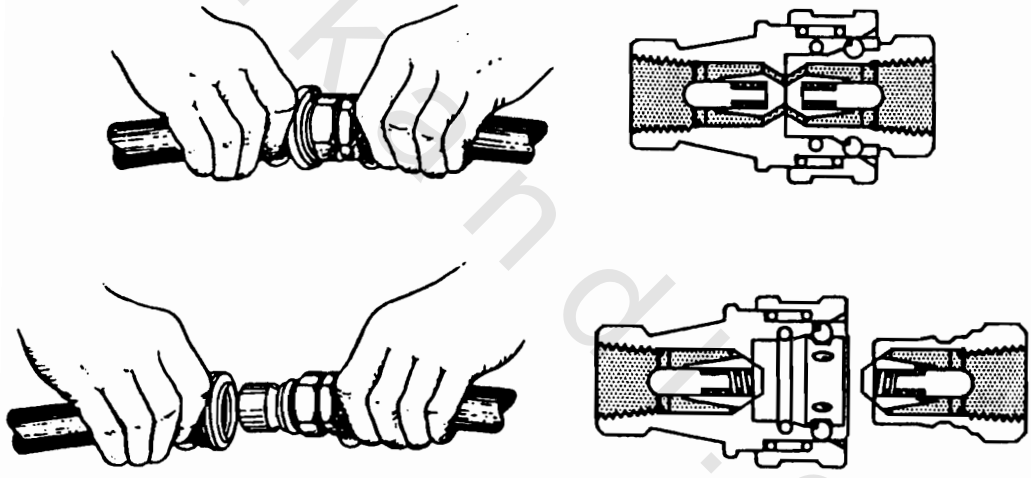
تستخدم الخراطيم المرنة عند الحاجة لمرونة خطوط التوصيل على سبيل المثال وصلات الأسطوانات المتحركة أيضًا فى الأماكن التى تتعرض لاهتزازات شديدة، لذلك تستخدم خراطيم مرنة عند مدخل ومخارج المضخات الهيدروليكية، وتصنع الخراطيم المرنة من المطاط الصناعى، وعادة يسمح بارتخاء الخراطيم المرنة أثناء تمديدها وذلك لتعويض النقص الناشئ عن مرور الزيت المضغوط بداخلها والذى قد يصل إلى 5% من طولها ويراعى أن يكون الشكل مقبولاً مع سهولة فك الوصلات وأن يكون نصف قطر الانحناء لا يقل عن 5 مرات من القطر الخارجى للخرطوم.



شكل (١ - ٦)

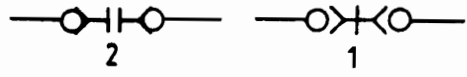
والشكل (١ – ٦) يبين الطريقة الصحيحة والطريقة الخاطئة لتمديد الخراطيم المرنة تبعًا لتوصيات شركة Weather head co. وأهم الأدوات المستخدمة مع الخراطيم المرنة هى الوصلات السريعة Quick - Disconnect Couplings .

وهذه الوصلات تتميز بسرعة تجميعها وفكها بدون إحداث تسرب للسائل الهيدروليكى من الدائرة الهيدروليكية. وتتكون هذه الوصلات من جزأين يتم ربطهما معًا وذلك بواسطة صامولة تجميع وكل جزء يحتوى على صمام لارجعى (يسمح بمرور السائل الهيدروليكى فى اتجاه واحد) يكون مفتوحًا عندما تكون الوصلة مجمعة والشكل (١ – ٧) يعرض مخططًا توضيحيًا لوصلة سريعة عند فكها وتجميعها.



شكل (١ – ٧)

وفيما يلى رمز الوصلة السريعة وهى مجمعة (الرمز 1) وهى مفكوكة (الرمز 2) :



١ / ٥ - المحركات الهيدروليكية Fluid motors :

تستخدم المحركات الهيدروليكية للحصول على حركة دورانية، وتتراوح سرعتها ما بين 6000 rpm : 5 وتتشابه المحركات والمضخات الهيدروليكية فى أنواعها وتصميمها مع اختلاف مبدأ التشغيل. حيث إن المحركات تقوم بتحويل الطاقة الهيدروليكية إلى طاقة دورانية، بينما تقوم المضخات بتحويل الطاقة الدورانية إلى طاقة هيدروليكية. وتنقسم المحركات الهيدروليكية إلى :

أ - محركات ثابتة الإزاحة (الحجم الهندسى) أهمها ما يلى :

١ - **محركات ترسية** : وهى محركات ذات سرعات عالية وعزوم منخفضة.

٢ - **محركات ريشية** : وهى محركات ذات سرعات عالية وعزوم منخفضة.

٣ - **محركات مكبسية نصف قطرية** : وهى محركات ذات عزوم عالية وسرعات منخفضة.

٤ - **محركات مكبسية محورية** : وهى محركات ذات سرعات عالية وعزوم منخفضة.

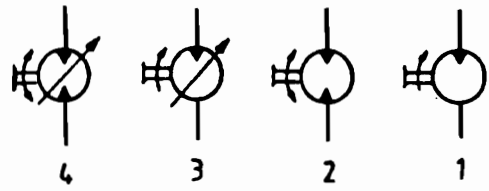
ب - محركات متغيرة الإزاحة (الحجم الهندسى) : وأهم أنواعها المحركات المكبسية المحورية متغيرة السرعة (وهى محركات يمكن ضبط سرعتها عند أى قيمة مطلوبة) **وفيما يلى رموز المحركات الهيدروليكية حيث إن :**

الرمز 1 لمحرك بسرعة ثابتة ويدور فى اتجاه واحد.

الرمز 2 لمحرك بسرعة ثابتة ويدور فى اتجاهين.

الرمز 3 لمحرك متغير السرعة ويدور فى اتجاه واحد.

الرمز 4 لمحرك متغير السرعة ويدور فى اتجاهين.



obeikandl.com

والجدول (١ – ١) يستعرض الخواص الفنية للأنواع المختلفة للمحركات الهيدروليكية المتوفرة فى الأسواق .

نوع المحرك	السرعة cc / rev	السرعة bar	السرعة N . m	السرعة r . p . m
محركات ترسية	5 : 100	حتى 210	حتى 200	300 : 6000
محركات ريشية	20 : 50	80 : 175	حتى 80	100 : 3000
محركات مكبسية نصف قطرية	30 : 5300	حتى 320	حتى 24300	300 : 400
محركات مكبسية محورية	10 : 2000	حتى 400	حتى 11000	السرعة 6000

١ / ٦ – الأسطوانات الهيدروليكية Fluid cylinders :

تعد الأسطوانات الهيدروليكية أهم عناصر الفعل المستخدمة للحصول على حركة فى خط مستقيم أو حركة ترددية . وبالرغم من وجود اختلافات كثيرة فى تصميم الأسطوانات وتطبيقاتها، إلا أنه يمكن تقسيم الأسطوانات إلى نوعين رئيسيين وهما :

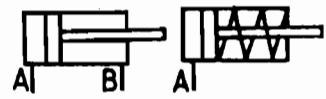
١ – الأسطوانات الأحادية الفعل Single acting cylinders :

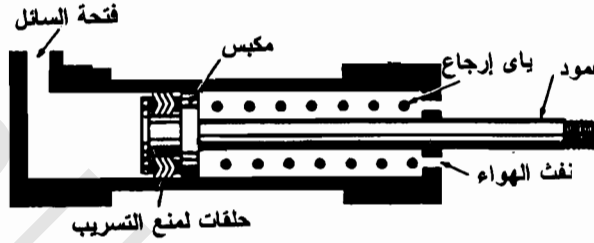
وهى أسطوانات تعطى قوة دفع فى اتجاه واحد وهو اتجاه الذهاب .

٢ – الأسطوانات الثنائية الفعل Double acting cylinders :

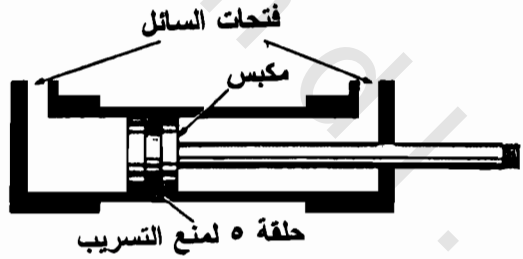
وهى أسطوانات تعطى قوة دفع فى اتجاهى الذهاب والعودة والشكل (١ – ٨) يعرض قطاعًا فى أسطوانة أحادية الفعل (أ)، وآخر فى أسطوانة ثنائية الفعل (ب) .

وفيما يلى رموز الأسطوانات الهيدروليكية فالرمز 1 لأسطوانة أحادية الفعل، والرمز 2 لأسطوانة ثنائية الفعل .





أ



ب

شكل (١ – ٨)

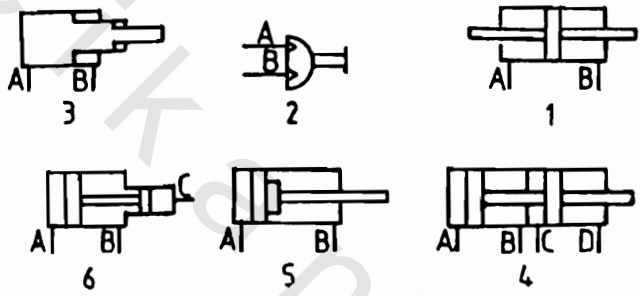
فكرة عمل الأسطوانة الأحادية الفعل:

عند مرور الزيت المضغوط من الفتحة A للأسطوانة يندفع مكبس الأسطوانة للأمام ضد قوة دفع الياى وصولاً لنهاية شوط الذهاب، وعند انقطاع مرور الزيت المضغوط من الفتحة A يعود مكبس الأسطوانة للخلف بفعل ياى الإرجاع.

فكرة عمل الأسطوانة ثنائية الفعل:

عند مرور الزيت المضغوط من الفتحة A يندفع مكبس الأسطوانة للأمام دافعًا الزيت الموجود أمام المكبس من الفتحة B ، وصولاً لنهاية شوط الذهاب، ثم تسكن الأسطوانة بعد ذلك وعند السماح للزيت المضغوط بالمرور من الفتحة B يتراجع مكبس الأسطوانة للخلف دافعًا الزيت الموجود خلفه من الفتحة A فتتراجع الأسطوانة للخلف وصولاً لنهاية شوط العودة ثم تسكن الأسطوانة بعد ذلك.

وهناك أنواع خاصة من الأسطوانات الهيدروليكية رموزها كالآتى:



حيث إن:

- الرمز 1 لأسطوانة ثنائية الفعل بذراعى دفع على جانبيها، وهى تستخدم للحصول على دفع على جانبيها فى شوطى الذهاب والعودة.
- الرمز 2 لأسطوانة دوارة وتعطى هذه الأسطوانة زوايا دورانية أقل من درجة فى الاتجاهين. حيث يعتمد اتجاه دوران الأسطوانة على اتجاه تدفق الزيت المضغوط.
- الرمز 3 لأسطوانة تلسكوبية وهى تستخدم للحصول على أشواط كبيرة فعند السماح للزيت المضغوط بالدخول من المدخل A تتقدم المكابس المتداخلة الأكبر فالأصغر فنحصل على شوط ذهاب كبير، أما عند السماح للزيت المضغوط للدخول من B تتراجع المكابس الأصغر فالأكبر.
- الرمز 4 لأسطوانة بمكبسين متتاليين وتستخدم هذه الأسطوانة للحصول على قوة

دفع كبيرة بالرغم من أن قطر الأسطوانة يكون صغيراً وذلك لأن قوة دفع الأسطوانة تساوى مجموع قوى الدفع لكلا المكبسين.

- الرمز 5 لأسطوانة ذات خمد فى مشوار الذهاب، وهذه الأسطوانة تتميز بانخفاض سرعتها فى نهاية شوط الذهاب وبالتالى تمنع حدوث تصادم للمكبس مع جسم الأسطوانة، ويوجد أسطوانات بخمد فى مشوار الذهاب فقط أو العودة فقط أو كلاهما معًا.

- الرمز 6 لأسطوانة تكبير الضغط وتستخدم هذه الأسطوانة فى الاستخدامات التى تحتاج لضغط كبير جداً مع معدل تدفق صغير بالاستعانة بمضخة ذات حجم صغير وضغط صغير بدلاً من استخدام مضخة ذات ضغط عالٍ جداً وهذا أفضل من الناحية الاقتصادية. فعند مرور الزيت المضغوط والقادم من المضخة من الفتحة A يتقدم المكبس الكبير للأسطوانة دافعًا المكبس الصغير فنحصل على ضغط عال جداً من الفتحة C .

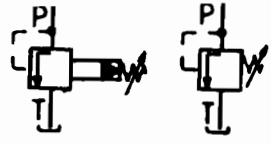
١ / ٧ - صمامات التحكم فى الضغط Pressure Control Valves :

وتنقسم هذه الصمامات إلى ثلاثة أنواع وهى كما يلى:

١ - صمامات حد الضغط أو تصريف الضغط Relief Valves:

وتقوم هذه الصمامات بحماية الدائرة الهيدروليكية من ارتفاع الضغط فيها لحدود غير آمنة، حيث تسمح بإعادة السائل الهيدروليكى للخزان عند وصول الضغط للقيمة المعيارية عليها. ويوجد نوعان من هذه الصمامات الأولى تسمى بصمامات تصريف الضغط المباشرة Direct Relief Valves والثانية تسمى بصمامات تصريف الضغط سابقة التحكم Pilot Operated Relief Valves .

وفيما يلى رموز هذه الأنواع:



2 1

فالرمز 1 لصمام تصريف ضغط مباشر، وهذا الصمام يسمح بمرور الزيت المضغوط فى المسار P → T وصولاً للخزان فقط عند وصول قيمة الضغط عند المدخل P للضغط المعاير عليه الصمام.

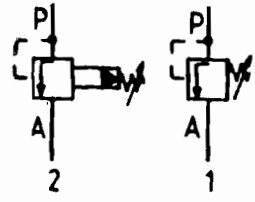
والرمز 2 لصمام تعريف ضغط سابق التحكم، حيث يسمح هذا الصمام بمرور الزيت المضغوط فى المسار P → T فقط عند وصول قيمة الضغط عند المدخل P للضغط المعاير عليه الصمام، أو عند وصول إشارة ضغط لمدخل التحكم x .

وتتميز صمامات تصريف الضغط سابقة التحكم عن صمامات تصريف الضغط المباشر بالدقة العالية عند التدفقات العالية حيث إن ضغط فتح الصمام هو الضغط المعاير عليه الصمام بخطأ يساوى 1% ± فقط.

٢ - الصمامات التتابعية Sequence Valves:

وتشبه فى تركيبها صمامات تصريف الضغط لحد كبير غير أن وظيفتها تختلف، فالصمامات التتابعية تقوم بالسماح بمرور تدفق السائل الهيدروليكى فى المسار P→A عند وصول الضغط عند المدخل T إلى الضغط المعاير عليه الصمام، وتستخدم هذه الصمامات عادةً فى التحكم فى تشغيل الأسطوانات تتابعيًا (انظر الفقرة ٤ - ٤). وهناك نوعان من هذه الصمامات: **الأولى** تسمى بالصمامات التتابعية المباشرة، **والثانية** تسمى بالصمامات التتابعية سابقة التحكم.

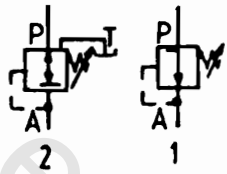
وفيما يلى رموز هذه الصمامات:



فالرمز 1 لصمام تتابعى مباشر والرمز 2 لصمام تتابعى سابق التحكم، وبالمثل فإن الصمامات التتابعية سابقة التحكم أدق من الصمامات التتابعية المباشرة فى التدفقات الكبيرة.

٣ - صمامات تقليل الضغط Reducing Valves :

وتستخدم لخفض الضغط فى أى خط فى الدائرة الهيدروليكية، وتستخدم عندما تكون هناك أحمال تحتاج لضغط أصغر من ضغط المصدر (وحدة القدرة الهيدروليكية) .



وهناك نوعان من هذه الصمامات : الأولى : تسمى صمامات خفض الضغط بدون فتحة تصريف . **والثانية :** تسمى بصمامات تصريف ضغط بفتحة تصريف . **وفيما يلى رموز هذه الأنواع :**

فالرمز 1 لصمام بدون فتحة تصريف حيث يعمل هذا النوع على قطع تدفق السائل الهيدروليكى فى المسار P → A ، وذلك عند ارتفاع الضغط عند A عن القيمة المعاير عليها الصمام، والرمز 2 لصمام تقليل ضغط بفتحة تصريف حيث يعمل هذا النوع على قطع تدفق السائل الهيدروليكى فى المسار P → A ، والسماح بتصريف الضغط الزائد فى المسار A → T وصولاً للخزان وذلك عند ارتفاع الضغط عند A عن القيمة المعاير عليها الصمام .

١ / ٨ - الصمامات اللارجعية وصمامات التحكم فى التدفق

Check and Flow Control Valves

وتقوم الصمامات اللارجعية بالسماح للزيت المضغوط بالمرور فى اتجاه واحد، بينما تقوم صمامات التحكم فى التدفق بالتحكم فى معدل تدفق الزيت الهيدروليكى المضغوط، **وهناك عدة أنواع من هذه الصمامات وهى كما يلى :**

١ - الصمامات اللارجعية Check Valves .

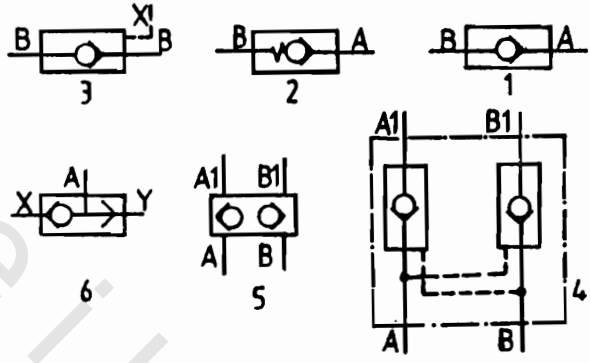
٢ - الصمامات الخانقة Restrictor Valves .

٣ - الصمامات الخانقة اللارجعية Check Restrictor Valves .

٤ - صمامات التحكم فى التدفق بتعويض الضغط Pressure Compensated Flow Control Valves .

١ / ٨ / ١ - الصمامات اللارجعية :

هناك ستة أنواع من الصمامات اللارجعية رموزها كما يلى :



حيث إن :

- الرمز 1 لصمام لارجعى عادى يمرر السائل الهيدروليكى فى الاتجاه A → B ولا يمرر السائل الهيدروليكى فى الاتجاه المعاكس.

- الرمز 2 لصمام لارجعى بياى يمرر السائل الهيدروليكى فى الاتجاه A → B إذا كان ضغط السائل قادراً على التغلب على قوة دفع الياى.

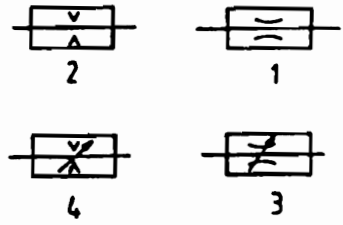
- الرمز 3 لصمام لارجعى بإشارة تحكم ويمرر السائل الهيدروليكى فى الاتجاه A → B وكذلك يمرر السائل الهيدروليكى فى الاتجاه B → A وذلك عند وصول إشارة ضغط لخط التحكم x .

- الرمز 4 لصمام لارجعى مزدوج، ويسمى بالرمز المفصل. والرمز 5 لصمام لارجعى مزدوج، ويسمى بالرمز المختصر، ويتكون هذا الصمام من صمامين لارجعيين بإشارة تحكم ويستخدم هذا الصمام لمنع زحف الأسطوانات، حيث يسمح بمرور السائل الهيدروليكى فى الاتجاه A1 → A , B → B1 فى آن واحد، أو فى الاتجاه A→A1 , B1→B فى نفس الوقت.

- الرمز 6 لصمام ترددى، وهذا الصمام يتكون من صمامين لارجعيين موصلين معًا للعمل كبوابة (أو) منطقية، فإذا وصلت إشارة ضغط عند المدخل x أو المدخل Y أو كلاهما تخرج إشارة ضغط من المخرج A .

١ / ٨ / ٢ - الصمامات الخانقة والصمامات الخانقة اللارجعية :

وتقوم هذه الصمامات بخنق تدفق مرور السائل الهيدروليكى فيها، وفيما يلى رموز الأنواع المختلفة للصمامات الخانقة :



حيث إن :

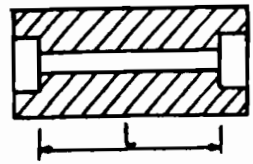
- الرمز 1 لصمام خانق بخنق ثابت، ويتأثر معدل تدفق السائل الهيدروليكى فى هذا الصمام بفرق الضغط على جانبى الصمام، وكذلك لزوجة السائل فيزداد معدل التدفق كلما ازداد فرق الضغط على جانبى الصمام، وهذا بالطبع يعتمد على الحمل، وكذلك فإن معدل التدفق يتناسب عكسيًا مع لزوجة السائل.

- الرمز 2 لصمام خانق بفوهة ثابت الخنق Orifice Valve ويعتمد معدل تدفق السائل الهيدروليكى فى هذا الصمام على فرق ضغط على جانبى الصمام فقط، فيتناسب معدل التدفق طرديًا مع فرق الضغط.

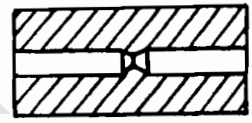
- الرمز 3 لصمام خانق قابل المعايرة، ويعتمد معدل تدفق السائل فى هذا الصمام على مقدار الخنق وفرق الضغط ولزوجة السائل.

- الرمز 4 لصمام خانق بفوهة قابل المعايرة، ويعتمد معدل تدفق السائل فى هذا الصمام على مقدار الخنق وفرق الضغط على جانبى الصمام.

والشكل (١ - ٩) يعرض قطاعًا لصمام خانق ثابت الخنق (أ) وقطاعًا فى صمام خانق بفوهة ثابت الخنق (ب) ويلاحظ أن الفرق الجوهرى بين النوعين هو أن **الأول** يحتوى على منطقة خنق ممتدة بطول L ، أما **الثانى** فيحتوى على نقطة خنق فقط حيث إن طول منطقة الخنق يكون منعدمًا فى الصمام الخانق ذى الفوهة.



أ



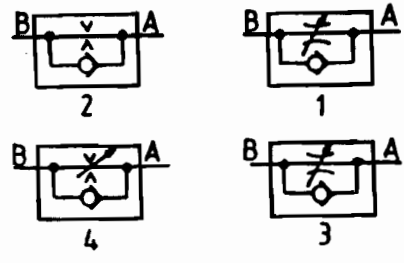
ب

شكل (١ - ٩)

ملاحظة:

الصمامات الخانقة التى تكلمنا عنها فى هذه الفقرة تقوم بخنق تدفق السائل الهيدروليكى بغض النظر عن اتجاهه. أما الصمامات الخانقة اللارجعية فتتكون من صمام خانق وصمام لا رجعى على التوازى، وتقوم بخنق تدفق السائل الهيدروليكى فى اتجاه واحد فقط.

وفيما يلى رموز الأنواع المختلفة لهذه الصمامات:



حيث إن :

الرمز 1 لصمام خانق لارجعى بخنق ثابت، والرمز 2 لصمام لارجعى بفوهة ثابت الخنق، والرمز 3 لصمام خانق لارجعى قابل المعايرة، والرمز 4 لصمام خانق لارجعى بفوهة قابل المعايرة.

وجميع الصمامات الخانقة اللارجعية تقوم بخنق تدفق السائل الهيدروليكى عند المرور فى الاتجاه A→B فقط، وتسمح للسائل الهيدروليكى بالمرور بدون خنق فى الاتجاه المعاكس.

١ / ٨ / ٣ - صمامات التحكم فى التدفق بتعويض الضغط :

وهذه الصمامات تتحكم فى تدفق السائل الهيدروليكى فى اتجاه واحد فقط، ولا يتأثر معدل التدفق فيها بفرق الضغط على جانبيها، ولذلك تستخدم هذه الصمامات فى تنظيم حركة الأسطوانات بغض النظر عن أحمالها، **وفيما يلى الرموز المفصلة والمختصرة للأنواع المختلفة لهذه الصمامات وهى كما يلى :**

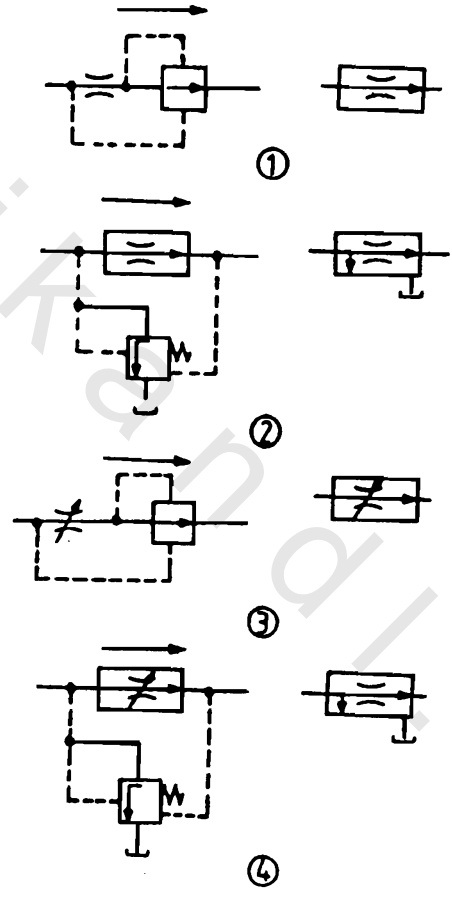
الرمز 1 لصمام تنظيم تدفق مزدوج بخنق ثابت.

الرمز 2 لصمام تنظيم تدفق ثلاثى بخنق ثابت.

الرمز 3 لصمام تنظيم تدفق مزدوج بخنق قابل المعايرة.

الرمز 4 لصمام تنظيم تدفق ثلاثى بخنق قابل المعايرة.

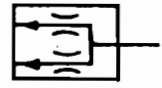
علمًا بأن الفرق بين صمام تنظيم التدفق المزدوج والثلاثى هو أن الأخير يكون مزوداً بفتحة تصريف للضغط الزائد.



obeikandl.com

ملاحظة :

يمكن تقسيم تدفق المصدر بين حملين مختلفين بالتساوى بغض النظر عن قيمة كل حمل باستخدام صمام تقسيم تدفق Flow divider ، ويتكون من عدد 2 صمام تنظيم تدفق مزدوج بتعويض للضغط وفيما يلى رمز صمام تقسيم التدفق.



obeikandl.com