بسم الله الرحمن الرحیم

مبانی هیدرولیک صنعتی

رشتهٔ مکانیک موتورهای دریایی

زمینهٔ صنعت

شاخهٔ آموزش فنی و حرفه‌ای

شمارهٔ درس ۲۹۹۹

۶۲۱/۲ م۱۶۱ت/ ۱۳۹۱

تاجر محمد قزوینی، حسن

مبانی هیدرولیک صنعتی/ مؤلف : حسن تاجر محمد قزوینی.ــتهران : شرکت چاپ ونشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۱.

۲۹۵ص. : مصور.ــ (آموزش فنی و حرفه‌ای؛ شمارهٔ درس ۲۹۹۹)

متون درسی رشتهٔ مکانیک موتورهای دریایی ، زمینهٔ صنعت.

برنامه‌ریزی و نظارت، بررسی و تصویب محتوا : کمیسیون برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی رشتهٔ مکانیک موتورهای دریایی دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای وکاردانش وزارت آموزش و پرورش.

۱. هیدرولیک . الف . ایران . وزارت آموزش و پرورش. دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کاردانش.ب. عنوان. ج. فروست.

۱۳۹۱

همکاران محترم و دانش‌آموزان عزیز :

پیشنهادها و نظرهای خود را دربارهٔ محتوای این کتاب به نشانی تهران ـ صندوق پستی شمارهٔ ۴۸۷۴/۱۵ دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کاردانش، ارسال فرمایند.

پیام‌نگار (ایمیل) **info@tvoccd.sch.ir**

وب‌گاه (وب‌سایت) **www.tvoccd.sch.ir**

محتوای این کتاب در کمیسیون تخصصی رشتهٔ علوم و فنون دریایی دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کاردانش تأیید شده است.

وزارت آموزش و پرورش

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

برنامه‌ریزی محتوا و نظارت بر تألیف : **دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های فنی و حرفه ای و کاردانش**

نام کتاب : **مبانی هیدرولیک صنعتی ـ ۴۷۹/۵**

مؤلف : **حسن تاجر محمد قزوینی**

ویراستار فنی : **حسن تاجر محمد قزوینی**

نظارت بر چاپ و توزیع : **ادارهٔ کل چاپ و توزیع کتاب‌های درسی**

تهران : خیابان ایرانشهر شمالی ـ ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)

تلفن : ۹ـ ۸۸۸۳۱۱۶۱ ، دورنگار : ۸۸۳۰۹۲۶۶ ، کد پستی : ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹،

وب سایت : www.chap.sch.ir

صفحه‌آرا و طراح جلد : **نسرین اصغری**

ناشر : **شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران : تهران، کیلومتر ۱۷ جادّهٔ مخصوص کرج، خیابان ۶۱ (دارو پخش)**

تلفن : ۵ـ ۴۴۹۸۵۱۶۱ ، دورنگار : ۴۴۹۸۵۱۶۰ ، صندوق پستی : ۱۳۹ ـ ۳۷۵۱۵

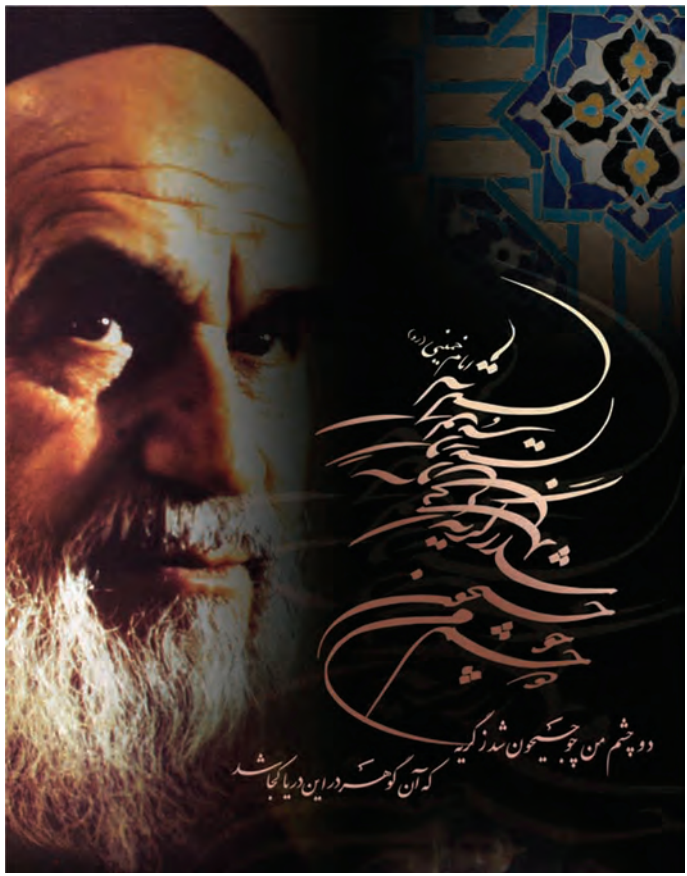
چاپخانه : **شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران (سهامی خاص)**

سال انتشار و نوبت چاپ : **چاپ دوم ۱۳۹۱**

کلیه حقوق مربوطه به تألیف، نشر و تجدید چاپ این اثر متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی است.

حق چاپ محفوظ است.

ISBN 964-05-1578-7 **شابک ۷-۱۵۷۸-۰۵-۹۶۴**



شما عزیزان کوشش کنید که از این وابستگی بیرون آیید و احتیاجات کشور خودتان را برآورده سازید، از نیروی انسانی ایمانی خودتان غافل نباشید و از اتکای به اجانب بپرهیزید.

امام خمینی « قدس سره الشریف»

به نام خدا

مقدمه

هدف از این درس مطالعه عملکرد سیالات مایع محبوس تحت فشار، درانتقال دقیق وکنترل شده قدرت و حرکت می باشد. چرا که اساساً یک سیال مایع محبوس، یکی از وسیعترین و فراگیرترین ابزاری است که امروزه درتأمین و بسط حرکت و انتقال قدرت وجود دارد، چرا که در عمل مانند فولاد رفتار می نماید لیکن فاقد نقطه ریزش است، ضمن آنکه بینهایت هم انعطاف پذیر است. چراکه می تواند تقسیم به جزء شود وهر جزء قادر است برحسب اندازه و ابعادش کار انجام دهد. ضمن آنکه اجزاء قادرند که دوباره جمع و به کل تبدیل شده و به شکل کل، کارانجام دهند. چراکه قادراست دریک بعد به سرعت و در بعد دیگر به آهستگی حرکت نماید، چراکه هیچ واسط دیگری قادرنیست با این درجه ازاطمینان، دقت، انعطاف پذیری توانایی خودش را در انتقال حداکثرقدرت حفظ نماید درحالیکه کمترین جثه و وزن راهم دارا باشد. در مجموع باید گفت که بهره برداری ازعلم مهندسی بطورعام و هیدرولیک بطورخاص موجب گشته تا بشرقادرشود به توانائیهای فکری و فیزیکی خود درانجام کارها، بادقت بیشتر و سریعتر و باصرف انرژی ماهیچه ای بسیاراندک، جامه عمل بپوشاند.

این کتاب شامل فصل هائی درخصوص مبانی هیدرولیک، انواع پمپ های هیدرولیکی، موتورهای هیدرولیکی و کنترلرهای هیدرولیکی می باشد. ضمناً سعی شده از استانداردهای موسسه استاندارد A.N.S.I برای نمایش نمادهای گرافیکی و کدهای رنگی جریان وفشار استفاده گردد که این کدها عبارتند از:

جریان محاسبه (اندازه گیری) شده(زرد)

جریان خروجی(آبی)

فشارتشدید یافته(بنفش)

جریان ورودی ویا درین(سبز)

مایع بی اثروياغيرفعال(سفید)

فشارکارکرد ویافشارسیستم(قرمز)

فشارکاهش یافته- فشارپایلوت- فشارشارژ(نارنجی)

هدف کلی پودمان

پس ازپایان این دوره، فراگیران خواهند توانست ساختمان و ویژگی های کلیه اجزاء اساسی سیستمهای هیدرولیکی درصنعت، اعم ازسیالات هیدرولیکی، لوله ها، سیلها، مخازن روغن، موتورهای هیدرولیکی، شیرهای کنترل مسیر، شیرهای کنترل فشار، شیرهای کنترل مقدارجریان، پمپهای هیدرولیکی و متعلقات سیستم هیدرولیک را توضیح و وظایف آنان را شرح نمایند.

شماره		عنوان توانایی	ساعت		
واحد کار	توانایی		نظری	عملی	جمع
۱		توانایی تشریح مبانی هیدرولیک و توان سیالات			
۲		توانایی تشریح نمادهای گرافیکی و طرز کار سیستم های هیدرولیکی			
۳		توانایی تشریح الزامات اساسی در مدار هیدرولیک			
۴		توانایی تشریح کار مخازن روغن ، فیلترها ، صافی‌ها ، مبّدلهای حرارتی			
۵		توانایی تشریح تحریک کننده های هیدرولیکی			
۶		توانایی تشریح شیرهای کنترل مسیر روغن هیدرولیک			
۷		توانایی تشریح شیرهای کنترل فشار روغن هیدرولیک			
۸		توانایی تشریح شیرهای کنترل مقدار جریان روغن			
۹		توانایی تشریح پمپ های هیدرولیکی			
۱۰		توانایی تشریح متعلقات سیستم هیدرولیک			

تذکر دروس زیر برای مطالعه آزاد پیش بینی شده اند:

۶-۲-۲، ۷-۲-۲، ۹-۲-۲، ۱۰-۲-۲، ۱۱-۲-۲، ۴-۶، ۲-۲-۸ ، ۳-۲-۸ ، ۴-۲-۸

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

واحدکاراول: تشریح مبانی هیدرولیک و توان سیالات

۱-۱ - تعریف سیال..... ۳

۱-۲ - تعریف هیدرولیک ۴

۱-۳ - مبانی فشار..... ۴

۱-۳-۱ - فشارچگونه تولید می شود..... ۵

۱-۳-۲ - فشاردرستونی از مایع..... ۸

۱-۳-۳ - فشارآتمسفر..... ۹

۱-۳-۴ - فشارسنج جیوه ای..... ۱۰

۱-۳-۵- اندازه گیری خلاء..... ۱۱

۱-۳-۶- معرفی تعدادی ازواحدهای اندازه گیری فشار و خلاء..... ۱۱

۱-۴- نیرو..... ۱۲

۱-۴-۱- واحد نیرو..... ۱۳

۱-۴-۲- اندازه نیرو با مقدارفشارو سطح متناسب است..... ۱۳

۱-۵ - قانون پاسکال..... ۱۴

۱-۶ - اصل بقای انرژی..... ۱۶

۱-۷ - انتقال یا ارسال قدرت هیدرولیکی..... ۱۷

۱-۸- مبانی جریان..... ۱۹

۱-۸-۱- نحوه اندازه گیری جریان..... ۱۹

۱-۸-۲- رابطه بین مقداردبی و سرعت عمل یک تحریک کننده..... ۲۰

۱-۸-۳-خلاصه نتایج بدست آمده..... ۲۱

۴-۸-۱- جریان و افت فشار ۲۳
۵-۸-۱- تمایل به همترازی درسیال مایع ۲۳
۶-۸-۱- خلاصه نتیجه بدست آمده ۲۵
۷-۸-۱- جریان آرام و جریان متلاطم ۲۵
۸-۸-۱- اصلی برنولی ۲۶
۹-۸-۱- خلاصه نتیجه بدست آمده ۲۸
۹-۱ - تعریف کار ۲۸
۱۰-۱- توان ۲۹
۱-۱۰-۱- توان مکانیکی ۲۹
۲-۱۰-۱- توان هیدرولیکی ۳۰
واحدکاردوم: تشریح نمادهای دیاگرام گرافیکی و طرزکار سیستم‌های هیدرولیکی
۱-۲- نمادهای گرافیکی درسیستم‌های هیدرولیک ۳۵
۱-۱-۲- نماد گرافیکی لوله‌ها (خطوط) ۳۵
۲-۱-۲- نماد گرافیکی دستگاههای دوار ۳۶
۳-۱-۲- نماد گرافیکی جکها ۳۸
۴-۱-۲- نماد گرافیکی شیر(والو) ۳۹
۵-۱-۲- نماد گرافیکی مخزن روغن ۴۰
۶-۱-۲- نتیجه ۴۱
۲-۲ - آشنایی با طرزکارسیستم های هیدرولیکی ساده ۴۴
۱-۲-۲ - مزایای سیستم های هیدرولیکی ۴۴
۲-۲-۲ - معایب سیستم های هیدرولیکی ۴۷
۳-۲-۲ - معرفی سیستم پرس(جک)هیدرولیکی ۴۷
۴-۲-۲ - معرفی سیستم موتورهیدرولیکی دوجهته ۴۹
۵-۲-۲ - معرفی سیستم هیدرولیک باشیرکنترل مسیر از نوع مرکز-گردش آزاد ۴۹

۲-۲-۶ - معرفی نمونه ای از سیستم هیدرولیک با اتصال سری شیرهای کنترل مسیر از نوع مرکز- گردش آزاد ۵۱
۲-۲-۷ - معرفی سیستم هیدرولیک مجهزبه شیرمقسم جریان و شیر کنترل مسیر از نوع مرکز- گردش آزاد ۵۲
۲-۲-۸ - معرفی سیستم هیدرولیک باشیرکنترل مسیر ازنوع مرکز-بسته.. ۵۳
۲-۲-۹ - معرفی سیستم هیدرولیک بامجموعه ای از پمپ باحجم جابجائی ثابت، آکومولاتور، به همراه شیرکنترل مسیر از نوع مرکز- بسته ۵۳
۲-۲-۱۰ - معرفی نمونه ای از سیستم هیدرولیک مجهزبه پمپ با حجم جابجائی متغیر به همراه شیرکنترل مسیر ازنوع مرکز-بسته ۵۵
۲-۲-۱۱ - معرفی سیستم هیدرولیک بامجموعه ای از شیرکنترل مسیر از نوع مرکز- بسته، پمپ باحجم جابجائی متغیر و پمپ شارژ ۵۶

واحدکارسوم: تشریح الزامات وملزومات اساسی درمدارهیدرولیک

۳-۱- سیالات هیدرولیک ۶۲
۳-۱-۱- اهداف اساسی دربهره برداری ازروغن هیدرولیک ۶۴
۳-۱-۲-شرایط کیفی روغن هیدرولیک ۶۴
۳-۱-۳- خواص فیزیکی روغن هیدرولیک ۶۷
۳-۱-۴- روغن هیدرولیک فسیلی ۶۷
۳-۱-۵- مایعات هیدرولیک مقاوم به آتش ۶۸
۳-۱-۶- نحوه نگهداری از روغن های هیدرولیک ۶۹
۳-۲- لوله کشی ۶۹
۳-۲-۱- لوله های استیلی غیرقابل انعطاف ۶۹
۳-۲-۲- لوله های استیلی انعطاف پذیر ۷۴
۳-۲-۳- شیلنگ های ارتجاعی ۷۶
۳-۲-۴- انتخاب جنس لوله ۸۱
۳-۲-۵- کیفیت درکار نصب ۸۱
۳-۳- نحوه آب بندی یا سیل کردن ۸۳

۱-۳-۳ - انواع سیل های متحرک..... ۸۷
۲-۳-۳ - جنس سیل ها..... ۹۷
واحدکارچهارم: تشریح کارمخازن روغن، فیلترها، صافی ها و مبدلهای حرارتی
۱-۴- مخازن روغن..... ۱۰۲
۱-۱-۴- ساختمان مخزن..... ۱۰۳
۲-۱-۴- موج گیر..... ۱۰۴
۲-۴- فیلترها و صافی ها..... ۱۰۵
۱-۲-۴- سایزبندی صافی هاو فیلترها..... ۱۰۶
۲-۲-۴-محل استقرارفیلترها و صافی ها..... ۱۰۶
۳-۲-۴- روش پالایش در فیلترها..... ۱۱۱
۴-۲-۴-انواع المان در فیلترها..... ۱۱۲
۵-۲-۴-انواع فیلتر..... ۱۱۴
۶-۲-۴- کولرها یا مبدل های حرارتی برای روغن..... ۱۱۷
واحد کا ر پنجم: توانائی تشریح تحریک کننده های هیدرولیکی
۱- ۵- تعریف تحریک کننده های هیدرولیکی..... ۱۲۳
۲-۵ - جک هیدرولیکی..... ۱۲۴
۳-۵- انواع جک هیدرولیکی..... ۱۲۴
۱-۳-۵- جکهای یکطرفه پیستونی..... ۱۲۴
۲-۳-۵- جکهای یکطرفه تلسکوپی..... ۱۲۵
۳-۳-۵- جکهای دوطرفه استاندارد..... ۱۲۵
۴-۳-۵- جک دوطرفه-دوسر..... ۱۲۶
۴-۵ - ساختمان جک هیدرولیکی..... ۱۲۷
۵-۵ - پایه های اتصال جک..... ۱۲۸
۶-۵ - درجه بندی و یا اندازه‌ی جکها..... ۱۲۸
۷-۵ - فرمولهای کاربردی در استفاده ازجکها..... ۱۳۱
۸-۵ - تجهیزات اختیاری برروی جکها..... ۱۳۳

۵-۸-۱ - بالشتک های سرعت گیردر جکها ۱۳۳
۵-۸-۲ - تیوپ فاصله گذار یا متوقف کننده ۱۳۴
۵-۹ - موتورهای هیدرولیکی ۱۳۵
۵-۱۰ - درجه بندی یا اندازه موتورها ۱۳۵
۵-۱۰-۱ - تعریف حجم جابجائی ۱۳۵
۵-۱۰-۲ - معرفی گشتاور ۱۳۶
۵-۱۰-۳ - فشارکارکرد ۱۳۷
۵-۱۰-۴ - نتیجه ۱۳۷
۵-۱۱ - فرمولهای کاربردی برای موتورهای هیدرولیکی ۱۳۸
۵-۱۲ - موتورهای هیدرولیکی چرخ دنده ای ۱۴۱
۵-۱۳ - موتورهای هیدرولیکی پره ای ۱۴۲
۵-۱۴ - موتورهای پره ای باعملکرد فوق العاده بالا ۱۴۷
۵-۱۵ - موتورهای پره ای تولیدکننده گشتاور زیاد ۱۴۹
۵-۱۶ - موتورهای پیستونی نوع محور- مستقیم ۱۵۱
۵-۱۷ - موتورهای پیستونی نوع محور- زاویه دار ۱۵۳
۵-۱۸ - خصوصیات کلی موتورهای پیستونی ۱۵۶
۵-۱۹ - مقایسه نسبی موتورهای هیدرولیکی شاخص در بازار ۱۵۶

واحدکار ششم: توانائی تشریح شیرهای کنترل مسیر روغن هیدرولیک

۶ - شیرهای کنترل مسیر ۱۶۱
۶-۱- وضعیت پذیری محدود ۱۶۳
۶-۲- شیرهای یکطرفه ۱۶۳
۶-۲-۱- شیر یکطرفه استاندارد از نوع مستقیم ۱۶۵
۶-۲-۲- شیر یکطرفه استاندارد از نوع قائم ۱۶۶
۶-۲-۳- شیر یکطرفه نوع منفذ دار ۱۶۷
۶-۲-۴- شیر یکطرفه مجهز به مدارفرمان هیدرولیک ۱۶۸
۶-۳- کلیاتی درمورد شیرهای کنترل مسیر دو راهه و چهار راهه ۱۷۱

۱-۳-۶- شیرهای چهار راهه اسپول دورانی..... ۱۷۲
۲-۳-۶- شیرهای دو راهه اسپول کشوئی..... ۱۷۳
۳-۳-۶- شیرهای چهار راهه اسپول کشوئی..... ۱۷۴
۶-۴ - طبقه بندی شیرهای کنترل مسیر اسپول کشوئی..... ۱۷۵
۶-۵ - نحوه تحریک شیرکنترل مسیر، اسپول کشوئی..... ۱۷۷
۶-۶ - نقش فنر در شیرهای کنترل مسیر، اسپول کشوئی..... ۱۸۰
۶-۷ - نقش طراحی اسپول درطبقه بندی شیرهای کنترل مسیر..... ۱۸۲

واحد کارهفتم: توانائی تشریح شیرهای کنترل فشار روغن هیدرولیک

۷-۱ - کاربرد..... ۱۸۸
۷-۲ - ویژگی های مشترک انواع شیرهای کنترل فشار..... ۱۸۸
۷-۳ - شیرهای فشار شکن..... ۱۸۹
۷-۳-۱ - شیر فشار شکن نوع ساده(عمل مستقیم)..... ۱۹۱
۷-۳-۲ - شیر فشار شکن نوع مرکب..... ۱۹۲
۷-۴ - شیر کنترل فشار تیپ»R»..... ۱۹۶
۷-۴-۱ - شیر فشار شکن تیپ»R»..... ۱۹۸
۷-۵ - شیرهای کاهنده فشار..... ۱۹۹
۷-۵-۱ - شیرههای کاهنده فشار از نوع عمل مستقیم..... ۲۰۰
۷-۵-۲ - شیرهای کاهنده فشار باکنترل پایلوتی..... ۲۰۱

واحدکار هشتم: توانائی تشریح شیرهای کنترل مقدارجریان روغن

۸ - شیرهای کنترل مقدارجریان..... ۲۰۸
۸-۱- روشهای کنترل مقدارجریان..... ۲۰۸
۸-۱-۱- روش اندازه گیری»مقدار جریان ورودی»..... ۲۰۹
۸-۱-۲- روش اندازه گیری «مقدارجریان خروجی»..... ۲۱۰
۸-۱-۳- روش اندازه گیری مقدارجریان سرریز..... ۲۱۱
۸-۲- انواع شیرهای کنترل مقدار جریان..... ۲۱۲
۸-۲-۱- شیر کنترل مقدارجریان با جبران کننده تغییرات فشار و مجهز به مکانیزم بای- پس..... ۲۱۴

۲-۲-۸- شیر کنترل مقدارجریان با جبران کننده تغییرات فشار و مجهز به مکانیزم قیدگزار ۲۱۶
۳-۲-۸- شیرکنترل مقدارجریان مجهز به دو جبران کننده تغییرات فشار و تغییرات دما ۲۱۸
۴-۲-۸- شیرهای کنترل مقدارجریان ۲۱۹

واحدکار نهم: توانائی تشریح پمپ های هیدرولیکی

۹-۱ -تعریف پمپ های هیدرولیک ۲۲۴
۹-۲ - دسته بندی پمپ ها ۲۲۴
۹-۳ - ویژگی پمپ های هیدرولیکی با حجم جابجائی غیر مثبت ۲۲۵
۹-۴ - ویژگی پمپ های هیدرولیک با حجم جابجائی مثبت ۲۲۶
۹-۵ - تعریف حجم جابجائی ۲۲۸
۹-۶ - درجه بندی پمپ ها ۲۲۸
۹-۷ - رانداما‌ن حجمی ۲۲۹
۹-۸- پمپ های چرخ دنده ای ۲۳۰
۹-۸--۱- پمپ چرخ دنده خارجی ۲۳۰
۹-۸-۲- پمپ های دنده داخلی ۲۳۱
۹-۸-۳- پمپ های گوشواره ای ۲۳۲
۹-۸-۴- پمپ های جی روتور ۲۳۳
۹-۹- خصوصیات کلی پمپ های چرخ دنده ای ۲۳۳
۹-۱۰- پمپ های پره ای ۲۳۴
۹-۱۰-۱- پمپ های پره ای از نوع غیربالانس هیدرولیکی ۲۳۵
۹-۱۰-۲- پمپ های پره ای از نوع بالانس هیدرولیکی ۲۳۷
۹-۱۱- انواع پمپ های پره ای متداول در بازار ۲۳۸
۹-۱۱-۱- پمپ های پره ای نوع مدّور ۲۳۸
۹-۱۱-۲-پمپ های پره ای نوع مدّور دوبله ۲۳۹
۹-۱۱-۳- پمپ های پره ای دو مرحله ای ۲۴۰
۹-۱۱-۴- پمپ های پره ای ترکیبی ۲۴۱

۹-۱۱-۵- پمپ های پره ای نوع چهارگوش ۲۴۳
۹-۱۱-۶- پمپ های پره ای نوع چهارگوش دوبله ۲۴۴
۹-۱۱-۷- پمپ های پره ای با عملکرد فوق العاده بالا ۲۴۵
۹-۱۱-۸- عرضه کاتریج (مجموعه پمپاژ) آماده به بازار ۲۴۶
۹-۱۲- خصوصیّات کلی پمپ های پره ای ۲۴۶
۹-۱۳- پمپ های پیستونی ۲۴۶
۹-۱۳-۱- پمپ های پیستونی از نوع شعاعی ۲۴۸
۹-۱۳-۲- پمپ های پیستونی محوری از نوع مستقیم باصفحه زاویه گیر ... ۲۵۰
۹-۱۳-۳- حجم جابجائی ۲۵۲
۹-۱۳-۴- پمپ های پیستونی نوع محور-زاویه دار ۲۵۴
۹-۱۳-۵-حجم جابجائی ۲۵۵
۹-۱۴ - خصوصیّات کلی پمپ های پیستونی ۲۵۶
۹-۱۵ - مقایسه برای انتخاب ۲۵۷

واحدکاردهم : توانائی تشریح متعلّقات سیستم هیدرولیک.

۱۰-۱- آکومولاتورها ۲۶۰
۱۰-۱-۱-آکومولاتور وزنه ای ۲۶۱
۱۰-۱-۲-آکومولاتور فنری ۲۶۲
۱۰-۱-۳- آکومولاتور گازی ۲۶۳
۱۰-۲- تشدید کننده ها ۲۶۵
۱۰-۳- سوئیچ های فشار ۲۶۶
۱۰-۴- فشارسنج یا مانومتر ۲۶۷
۱۰-۵- دبی سنج ۲۶۹

واحدکاریازدهم : توانائی تشریح مدارهای هیدرولیکی صنعتی در آزمایشگاه ۲۷۴

ضمیمه ۱ : نمادهای گرافیکی ۲۷۷
ضمیمه ۲: جداول تبدیل واحدها ۲۸۲
ضمیمه ۳: فهرست اسامی لاتین اشکال دروس کتاب ۲۸۵
فهرست برخی ازمنابع و مأخذ اصلی ۲۹۵

واحدکار ۱

تشریح مبانی هیدرولیک و توان سیّالات

هدف کلی:

تشریح قوانین و اصول حاکم بر سیّال مایع محبوس و انجام محاسبات

هدف های رفتاری: فراگیر پس از گذراندن این واحدکار قادرخواهد بود:

۱- مفهوم واژه های سیّال و هیدرولیک را شرح دهد.

۲- مفهوم فشار و نحوه تولید فشار را توضیح دهد.

۳- مفهوم فشار اتمسفر و خلاء را بیان کند.

۴- اساس کارفشارسنج جیوه ای و واحدهای فشار و خلاء را توضیح دهد.

۵- نیرو و ارتباط آن با فشار را توضیح دهد.

۶- قانون پاسکال و نتایج آنرا تشریح نماید.

۷- جریان، نحوه اندازه گیری جریان و رابطه بین مقدارجریان و سرعت عمل را تشریح نماید.

۸- رابطه بین جریان و افت فشار، جریان آرام و متلاطم واصل برنولی را تشریح نماید.

۹- اصل بقاء انرژی، کار، توان و توان هیدرولیکی را تشریح نماید.

ساعات آموزش

- نظری
- عملی
- جمع

پیش آزمون (۱)

۱ـ هیدرولیک چه علمی است؟

۲ـ فشار چگونه تولید می شود؟

۳ـ فشار درداخل یک مایع به چه پارامترهائی وابسته است؟

۴ـ از فشارسنج جیوه ای برای اندازه گیری چه نوع فشاری استفاده می شود؟

۵ـ نیرو چیست؟

۶ـ اصل بقاء انرژی چیست؟

۷ـ مفهوم دبی چیست؟

۸ـ افت فشار در لوله ها، به چه عواملی بستگی دارد؟

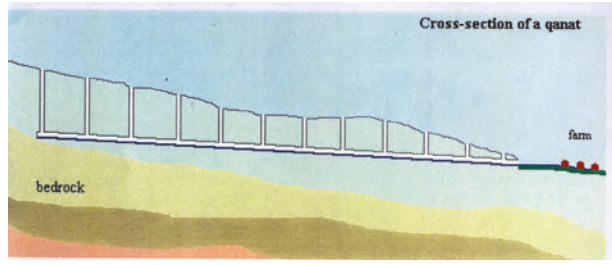
۹ـ با محاسبه توان یک دستگاه، چه چیزی را اندازه می گیریم؟

بنام خدا

۱-۱ تعریف سیّال[۱] :

به موادی که خاصیت روان شدن یا جاری شدن دارند و به شکل گاز یا مایع هستند، نظیر هوا و آب را، سیال گویند.

تصادفاً این دو سیّال یکی به شکل باد و دیگری به شکل آبهای زیرزمینی و آبهای جاری، دو عنصر تأثیرگزار در پایه و اساس تمدن ایران اسلامی و ایران باستان می باشند. چراکه در معماری ساختمان های شهری و روستائی و پل های ارتباطی، حضور این دو عنصر است که صنعت والای بادگیری عمارات کویری، قناتهای دهها کیلومتری درون کویری روستائی، حمّامهای سنتی درون شهری و روستائی، صنعت ساخت یخچال های عظیم سنتی درون شهری، سیستم آب نماها و فواره های عمارات و میادین و شبکه آب رسانی خانه های درون شهری و روستائی، صنعت ساخت پل های ارتباطی میان شهری و روستائی را در سرزمین ایران موحد از گذشته ای بسیار دور توجیه نموده و ایران را به عنوان کشور مخترع و بنیان گزار معماری آنان در جهان معرفی می نماید. و حتی امروزه که ایران اسلامی دارای مقام سوّم سدسازی در جهان بوده توانست همچنان صنعت قنات سازی خود را به موازات شبکه گسترده آب رسانی لوله فولادی و صنعت ساخت بادگیر عمارت حاشیه کویری را درکنار ماشین آلات مدرن تهویه مطبوع حفظ نموده و به آن مباهات ورزد.



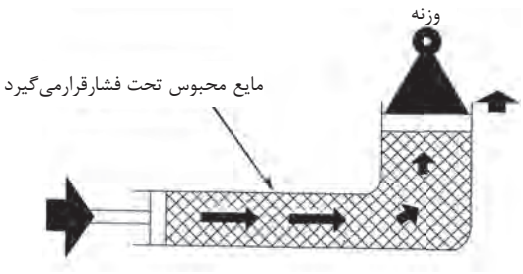
شکل (۱-۱)- سطح مقطع قنات و کانال آن

شکل (۱-۱A)

۱- Fluid

۲-۱ تعریف هیدرولیک[۲] :

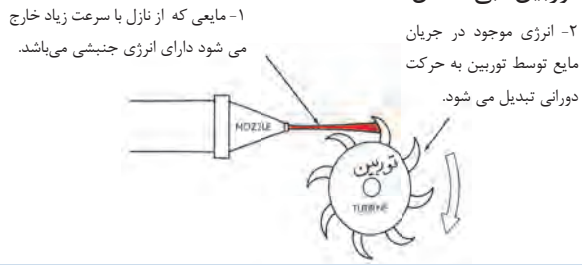
هیدرولیک علم ارسال نیرو[۳] و یا حرکت[۴] از طریق یک سیّال مایع[۵] محبوس شده می‌باشد. در یک مکانیزم هیدرولیکی، ارسال[۶] قدرت[۷] همیشه با هل دادن و یا فشارآوردن بر یک مایع محبوس صورت می پذیرد. شکل (۲-۱) طریق انتقال[۸] انرژی با تحت فشار قرارگرفتن مقدار معینی مایع محبوس دریک مکانیزم هیدرولیکی ساده را به روشنی نمایش میدهد.



شکل (۲-۱) –اساس کارهیدرولیک

۳-۱ مبانی فشار:

هرچند که کلمه هیدرولیک ریشه یونانی داشته و به مفهوم آب است، لیکن نباید تصّورشود که علم هیدرولیک درخصوص وسایل و دستگاههائی صحبت می کند که با آب کار می کنند. نظیر یک چرخ آبی و یا یک توربین آبی. شکل(۳-۱).



شکل (۳-۱) – وسیله‌ی هیدرودینامیکی، از انرژی جنبشی به عوض فشار ، بهره می‌گیرد

۲-Hydraulics ۳-Force ۴- motion ۵-Liquid
۶-Transmit ۷- Power ۸- Transfer

و لذا لازم است مرزی کاملاً مشخص بین دو گروه از وسایل و دستگاهها به ترتیب زیر، ترسیم گردد.

۱- وسایل و دستگاههائی که از ضربه نیرو[۹] و یا ممنتوم[۱۰] یک مایع متحرک بهره مند می شوند و به فعالیت درمی آیند، و بنابر تعریف دارای مکانیزم هیدرودینامیکی[۱۱] هستند.

۲- وسایل و دستگاههایی که از اعمال نیرو به یک مایع محبوس (یعنی فشار) بهره مند می شوند و به فعالیت درمی آیند، و بنابر تعریف دارای مکانیزم هیدرواستاتیکی[۱۲] هستند. در ضمن فشارهم همان نیروی اعمال و منتشر شده ای است که به کلیه سطوح دربرگیرنده مایع محبوس وارد می آید و بر حسب نیرو بر واحد سطح (مثلاً نیوتون برمترمربع(N/m^2) بیان می شود.

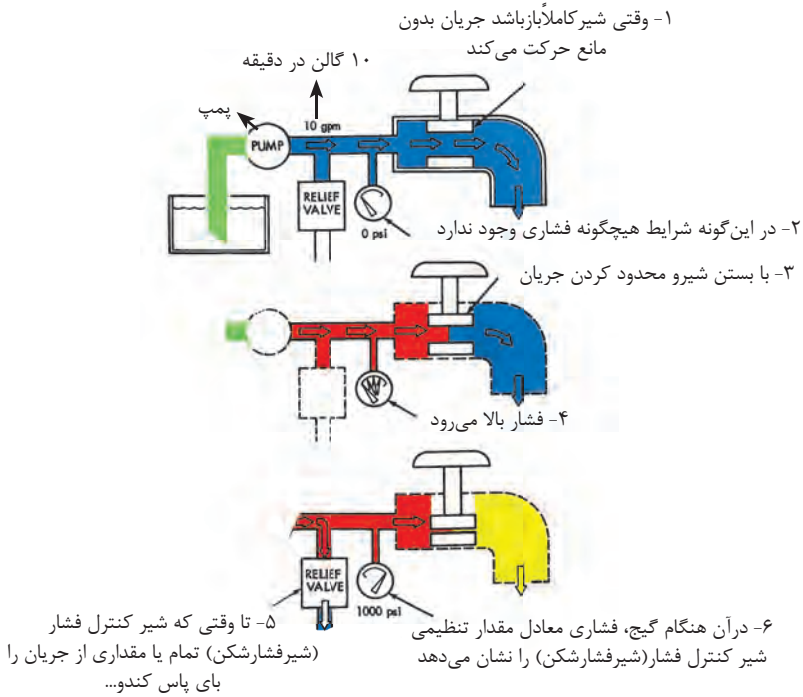
لازم به یادآوریست که کلیه تجهیزات و مکانیزمهائی که در این کتاب مورد مطالعه قرار خواهندگرفت، در شمار وسایل و دستگاههای هیدرواستاتیکی می باشند، چرا که فعالیت آنان در حوزه ی اعمال نیرو بر یک مایع محبوس قرار دارد و به عبارت دیگر انتقال انرژی از طریق فشار در آنان صورت می‌پذیرد.

۱-۳-۱ - فشار چگونه تولید می شود: فشار زمانی تولید می شود که یا مانعی در مسیر جریان مایع ظاهر شود مانند شکل (۴-۱) و یا مقاومتی در مقابل نیرویی که می خواهد سیال مایع را به حرکت درآورد پدیدار گردد. مانند (شکل (۵-۱)

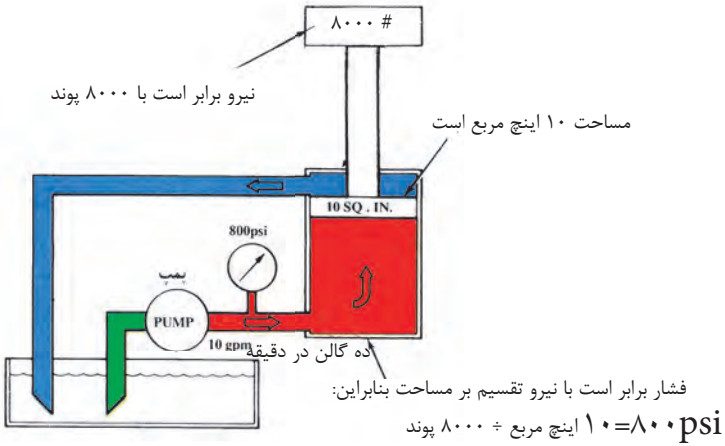
- ایجاد تمایل در مایع، برای به حرکت درآمدن، ممکن است توسط یک پمپ مکانیکی و یا ممکن است، بسیار ساده، توسط وزن خود مایع، فراهم شود.

بدیهی است که فشار در هر نقطه از یک توده ی مایع مثلاً آب، متناسب است با عمق آن نقطه، و در عمق‌های مساوی، فشار ثابت است و تنها بستگی به وزن مایع در بالای آن عمق دارد.

۹-Impact
۱۰-Momentum
۱۱- Hydrodynamic Device
۱۲- Hydrostatic



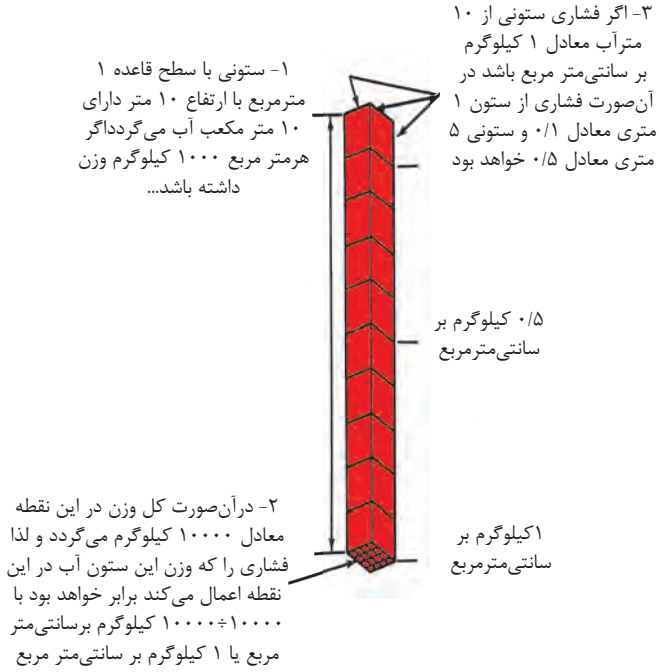
شکل (٤-١) – وجود مانع تولید فشار می‌نماید و حد فشار تولیدی توسط شیرکنترل فشار تعیین می‌گردد



شکل (۵-۱) –حضور نیروی مقاوم در برابر عبور آزاد جریان تولید فشار می‌نماید

- همانگونه که در شکل (۶-۱) نمایش داده شده است، یک ستون آب شیرین ۱۰ متری فشار ارتفاعی که تولید می‌کند معادل ۱ کیلوگرم بر سانتی متر مربع و یک ستون آب ۵ متری، فشار ارتفاعی که تولید می کند، معادل ۰/۵ کیلوگرم بر سانتی متر مربع است، لیکن پر واضح است که با تغییر نوع سیال مایع، مقادیر فشار نیز تغییر خواهند نمود.

باید دانست که در بسیاری از مواقع برای بیان فشار[۱۳] از لفظ فشار ارتفاع یا هد[۱۴] استفاده می‌شود.



شکل (۶-۱) - فشار ارتفاع نتیجه وزن خود مایع است

۱۳-Pressuret
۱۴-Head

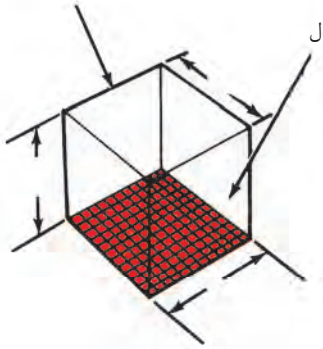
۲-۳-۱-فشار در ستونی از مایع:

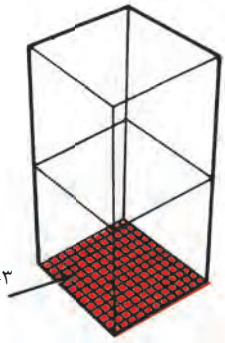
- وزن حجم معینی از روغن، تا حدودی تابع درجه لزجت[۱۵] آن روغن است.

به هر حال برای کاربردهای معمولی، وزن روغن های هیدرولیک چیزی بین ۸۸۰ تا ۹۳۰ کیلوگرم بر متر مکعب می باشد. یکی از علل بررسی وزن روغن هیدرولیک، تاثیری است که وزن روغن بر روی قسمت ورودی پمپ ها دارد. در کل فشاری که روغن هیدرولیک در انتهای ستونی به ارتفاع یک متر به سبب وزنش تولید می کند، معادل ۹۰۰۰ پاسگال[۱۶] یا برابر ۰/۰۹ بار[۱۷] است. (شکل ۷-۱).

۱- وزن یک متر مکعب روغن در حدود ۸۸۰ تا ۹۳۰ کیلوگرم یا ۸۶۰۰ تا ۹۱۰۰ نیوتن می باشد.

۲- حال اگر چنین وزنی بر سطح یک متر مربع ای ، نیرو وارد نماید ، فشار وارد بر کف معادل ۹۰۰۰ نیوتن بر متر مربع یا معادل ۹۰۰۰ پاسگال خواهد بود.





۳- نظر به اینکه ، ستون ۲ متری از این روغن مسلماً دو برابر وزن دارد لذا فشار وارد بر کف معادل ۱۸۰۰۰ پاسگال خواهد شد

شکل ۷-۱ -وزن روغن موجب تولید فشار می‌گردد

و البته به ازای هر متر افزایش ارتفاع، مقدار فشار در پائین ستون بمیزان ۹۰۰۰ پاسگال افزایش می‌یابد. بطور کلی در یک ستون مایع، مقدار فشار را در هر نقطه دلخواه می توان از رابطه زیر تعیین نمود:

$$\mathbf{p} = \rho g h$$

۱۵- Viscosity
۱۶- Pascal
۱۷- Bar/bar

که: p = مقدار فشار بر حسب نیوتن بر متر مربع

ρ= وزن مخصوص مایع بر حسب کیلوگرم بر متر مکعب

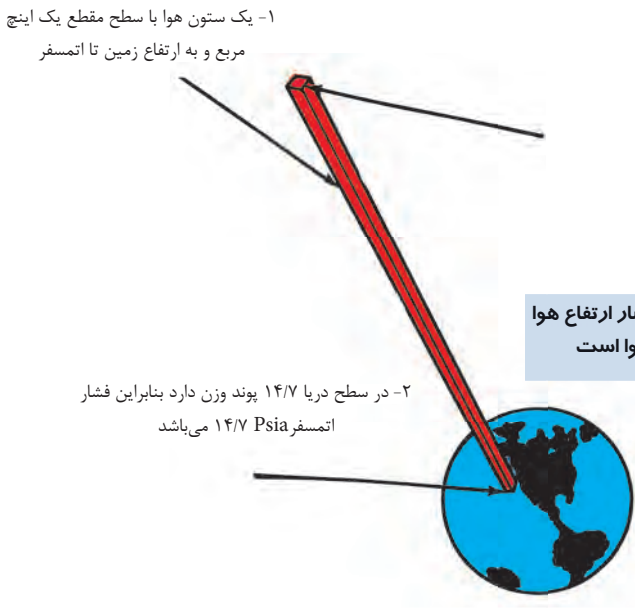
g = شتاب ثقل محیط برحسب متر بر مجذور ثانیه

h = عمق نقطه دلخواه تا سطح آزاد مایع برحسب متر

ضمناً: هربار فشار معادل 10^{+5} نیوتن بر متر مربع یا پاسگال است

فشار اتمسفر[18]:

فشار اتمسفر چیزی جز فشار هوای موجود در جوی که ما زندگی می‌کنیم نیست و آن هم مربوط به وزن هوا می‌باشد. در سطح دریا، وزن ستونی از هوا، به سطح قاعده ۱ اینچ مربع و به ارتفاع زمین تا جو، برابر ۱۴/۷ پوند است لذا فشار معادل ۱۴/۷ psia است. (شکل۸ -۱).



شکل ۸-۱ -فشار اتمسفر ، همان فشار ارتفاع هوا و یا به عبارتی وزن کل ستون هوا است

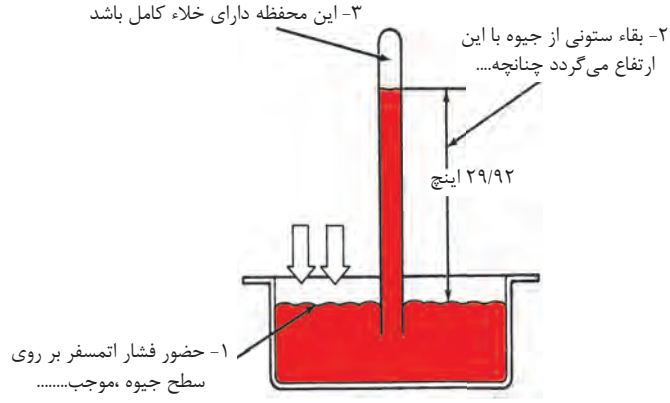
البته هر قدر که از سطح زمین بالاتر رویم، از وزن ستون هوا کاسته می شود، و لذا فشار هوا هم کاهش می یابد. همین طور در سطوح پائین تر از سطح دریا، فشار بیش از ۱۴/۷ psia است. در

۱۸-Atmospheric

فضائی که فشار از فشار اتمسفر کمتر است، گفته می شود، خلاء یا خلاء نسبی وجود دارد. در ضمن خلاء کامل زمانی حاصل می شود که اصلاً فشاری وجود نداشته باشد و بعبارتی دیگر مقدار فشار برابر صفرpsia باشد.

فشارسنج جیوه‌ای[۱۹] :

فشار اتمسفر را نیز می توان با واحد دیگری به نام اینچ جیوه (in. Hg) اندازه گیری و بیان کرد. وسیله ای که برای این منظور وجو دارد بارومتر جیوهای نامیده می شود. بارومتر جیوه ای (شکل ۹-۱) وسیله ای است که توسط تریچلی اختـــراع شد. او نشان داد، زمـــانی که یک لوله پر از جیـــوه را در داخـــل طشت حـــاوی جیـــوه وارونه مـــی کنیم، ارتفاع ستون جیوه در داخل لوله به اندازه معینی پائین می آید (لیکن تمام جیوه تخلیه نمی شود)، او چنین استدلال کرد که فشار اتمسفر روی سطح جیوه داخل طشت موجب باقی ماندن ستون جیوه در داخل لوله مـــی شود و همزمان با آن، در فضای فوقانی لوله، خلاء کاملی به وجود می آید. در هوای معمولی ارتفاع ستون جیوه همواره ۲۹/۹۲ اینچ است(که برای‌سهولت مقدارآنرا ۳۰ in- hg در نظر می‌گیرند) و این مقدار معادل فشار یک اتمسفر است.



شکل ۹-۱ – فشارسنج جیوه‌ای، فشارهوا(اتمسفر) را اندازه می‌گیرد

۱۹- e . mercury Barometer

۵ -۳ -۱- اندازه گیری خلاء[۲۰]:

چون خلاء به فشار کمتر از اتمسفر گفته می شود. بنابراین مقدار خلاء را می توان با همان واحد فشار اندازه گیری و بیان کرد اکثر خلاء سنجها بر حسب اینچ جیوه درجه بندی شده اند. نظر به اینکه یک خلاء کامل، قادر است ستونی از جیوه را در ارتفاع ۲۹/۹۲ اینچی طشت جیوه نگه دارد، لذا در خلاء سنجها مقدار خلاء کامل را با عدد ۲۹/۹۲ اینچ جیوه نمایش می دهند و قاعدتاً عدد صفر نشان دهنده آن است که اصلاً خلاء وجود ندارد (یا به عبارت دیگر در فشار اتمسفر، این خلاء سنج عدد صفر را نمایش می دهد).

۶ -۳ -۱- معرفی تعدادی از واحدهای اندازه گیری فشار و خلاء:

چون روشهای گوناگونی برای اندازه گیری فشار و خلاء بیان شده شاید بهتر باشد که تمامی آنها را به یکباره با هم مقایسه کنیم، با توجه به (شکل ۱۰-۱)

شکل ۱۰-۱- مقایسه فشار وخلاء با واحدهای مختلف

۲۰- Measuring Vacuum

۱) یک نوع درجه بندی فشار، برحسب واحد اتمسفر است و چنانچه می دانیم یک اتمسفر فشار عملاً معادل ۱۴/۷ psi و یا psia فشار است، (a[۲۱] به مفهوم مطلق است) و برابر با وزن ستونی از هوا با سطح قاعده یک اینچ مربع و به ارتفاع زمین تا جو می باشد

۲) یک نوع درجه بندی فشار، برحسب واحد psia (پوند بر اینچ مربع- مطلق) است، که از خلاء مطلق (psia صفر) شروع می شود. در این نوع درجه بندی، فشار اتمسفر ۱۴/۷ نمایش داده می شود.

۳) یک نوع درجه بندی فشار، برحسب واحد psi است، که درجات آن با درجات psia فرقی ندارد، لیکن درجه بندی از فشار اتمسفر آغاز می شود. و نه از صفر مطلق گاهی این نوع درجه بندی را با psig (پوند براینچ مربع- گیج) هم نمایش می دهند.

۴) جهت تبدیل دو نوع واحد **psia و psig** می‌توان از رابطه زیر استفاده کرد:

$$Psia = psig + ۱۴/۷$$

۵) در بارومتر یا فشار سنج جیوه ای درجات برحسب $in - Hg._{ABS}$ (اینچ جیوه – مطلق) است، و یک اتمسفر فشار در این نوع درجه بندی معادل $۲۹/۹۲\ in - Hg_{ABC}$ است و لذا می توان نوشت: تقریباً ۱ psi = ۲ in-Hg

۶) یک اتمسفر فشار، تقریباً معادل فشار ارتفاع ۱۰ متر یا ۳۴ فوت آب شیرین یا معادل فشار ارتفاع ۱۱ متر یا ۳۷ فوت روغن است.

۷) واحدهای دیگری برای فشار در فیزیک هیدرولیک وجود داشته که متداول ترین آنان پاسگال، بار، کیلوگرم‌نیروبرسانتی‌مترمربع و کیلوگرم نیرو بر متر مربع می باشند.

ضمناً:

$$۱\ \text{پاسگال} \equiv ۱\ \frac{\text{نیوتن}}{m^2}$$

$$۱\ \text{بار} \equiv ۱۰^{+۵}\ \text{پاسگال} \equiv ۱۰^{+۵}\ \frac{N}{m^2}$$

$$۱\ \text{مگاپاسگال} \equiv ۱۰\ \text{بار}$$

-برای آگاهی از مقادیر سایر واحدهای فشار به بخش ضمیمه مراجعه شود..

۴-۱- نیرو:

نیرو[۲۲] عبارت است از تاثیر یک جسم بر روی جسم دیگر است که یا سبب حرکت آن جسم و یا موجب تند و یا کند شدن حرکت آن جسم و یا باعث متوقف شدن آن جسم می شود.

۲۱- Absolute
۲۲- Force

۱-۴-۱ - واحد نیرو

واحدهای متداول نیرو عبارتند از، کیلوگرم نیرو، پوند، نیوتن و دین

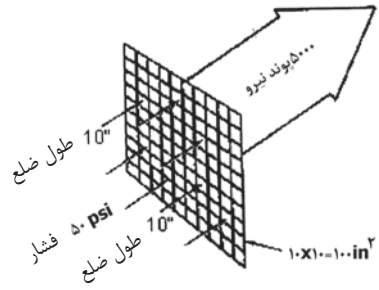
دین 10^{+5} ×۹/۸ ≡ نیوتن ۹/۸ ≡ پوند ۲/۲ ≡ ۱ کیلوگرم نیرو

- برای آگاهی از مقادیر سایر واحدهای نیرو به بخش ضمیمه مراجعه شود.

۱-۴-۲ - رابطه نیرو با فشار و سطح:

- بین سه پارا متر نیرو،فشار،سطح هموار، رابطه ی زیر برقرار است

F=P.A



شکل ۱۱-۱ - ارتباط نیرو ، فشار و سطح

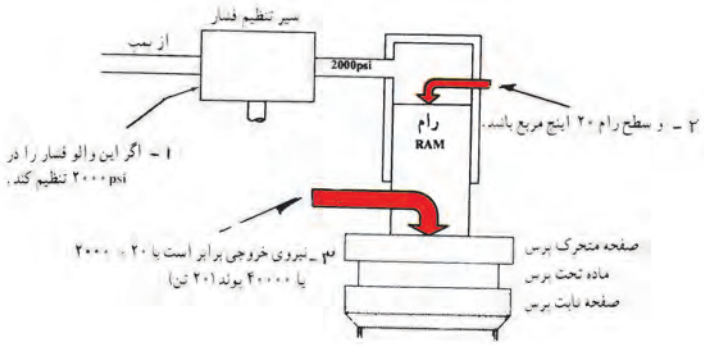
- چنانچه واحد فشار Psi و واحد سطح in^2 باشد در آنصورت نیرو برحسب **پوند** و چنانچه واحد فشار پاسگال و واحد سطح m^2 باشد در آنصورت نیرو برحسب **نیوتن** خواهد بود.

- تصویر نشان میدهد که چگونه فشار سیال معادل ۵۰Psi وارد بر سطح ای به مساحت $100in^2$ در کل نیروئی برابر ۵۰۰۰ پوند، تولید می نماید:

F=P.A

F= ۵۰×۱۰۰=۵۰۰

- در شکل (۱۲-۱)، یک پرس هیدرولیکی که شیر تنظیم فشار آن در ۲۰۰۰Psi تنظیم شده، فشار هیدرولیک، به سطح مقطع ۲۰in^{۲} اعمال می نماید، ولذا قادر به تولید نیروی ۴۰۰۰۰ پوندی برای پرس نمودن قطعه کار (ماده تحت پرس) است

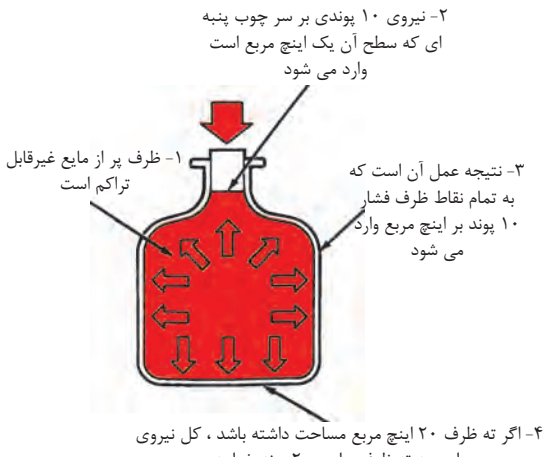


شکل ۱۲-۱- نیرومعادل است با حاصل‌ضرب فشار در سطح

۵ -۱- قانون پاسگال[۲۳] :

- این قانون بیان می کند که، فشار وارد به یک نقطه از یک مایع محبوس، عیناً به کلیه نقاط و جهات آن مایع منتقل می‌شود و قادر است نیروئی مساوی و عمود بر سطوحی مساوی، اعمال کند.

- اکنون روشن می شود که به چه علت فشار وارد برروی چوب پنبه یک بطری پر، می تواند به شکستن بطری منجر شود. اصولا" کلیه مایعات غیر قابل تراکم هستند. لذا هرگونه فشاری که برمایع داخل بطری اعمال شود، این فشار عینا"

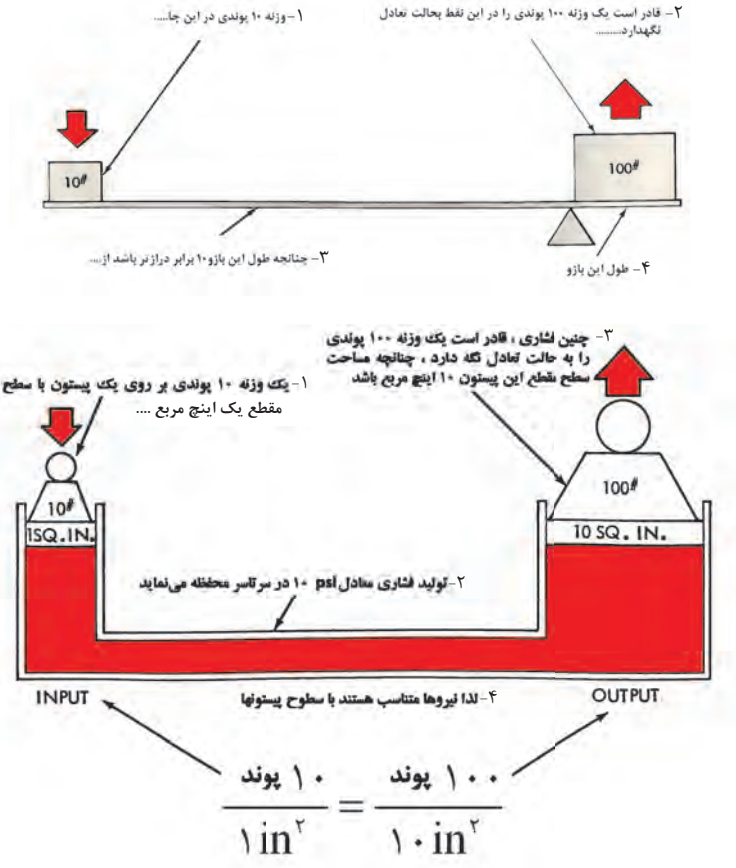


شکل۱۳-۱-فشار به تمام نقاط مایع حبس شده منتقل می گردد

۲۳- Pascal's LAW

به کلیه قسمتهای مایع درون بطری منتقل می‌شود. و نتیجه کار، وارد آمدن نیروی بزرگتر، برروی سطوحی خواهد بود که از سطح مقطع چوب پنبه بزرگتر هستند، لذا این امکان وجود دارد که با فشاری نه چندان زیاد، که به چوب پنبه وارد می آوریم، ته بطری را بشکنیم.

- شاید این سادگی حاکم بر قانون پاسگال بود که موجب شد، بشر به مدت دو قرن از پتانسیل عظیمی که در نهاد این قانون وجود دارد غفلت بورزد، تا آنکه در اوایل دوران انقلاب صنعتی، شاهد بهره گیری از این قانون توسط یک مکانیک انگلیسی به نام جوذف براماّ و ساخت پرس هیدرولیکی توسط او می شویم. شکل (۱۴-۱)



شکل ١٤-١- تعادل هیدرولیکی

از تصویر، به راحتی می توان نتیجه گیری کرد که، مقدار نیرو (یا وزنه) هائی که قادر هستند دستگاه را در حالت تعادل نگه دارند، با سطح مقطع پیستونها متناسب اند، برای مثال چنانچه سطح مقطع پیستون خروجی، به $۲۰۰in^۲$ افزایش یابد، نیروی خروجی تولیدی به ۲۰۰۰ پوند، افزایش می یابد و این همان رمزی است که در جکها و پرس های هیدرولیکی موجود است. در ضمن نکته قابل توجه، تشابه دقیقی است که مابین حاصل کار یک پرس هیدرولیکی و یک اهرم وجود دارد، به قسمت B از تصویر توجه کنید، مشاهده می شود که رابطه نیرو به نیرو مثل رابطه فاصله به فاصله است. و لذا در پرس هیدرولیکی رابطه زیرمابین جکهای آن برقرار است :

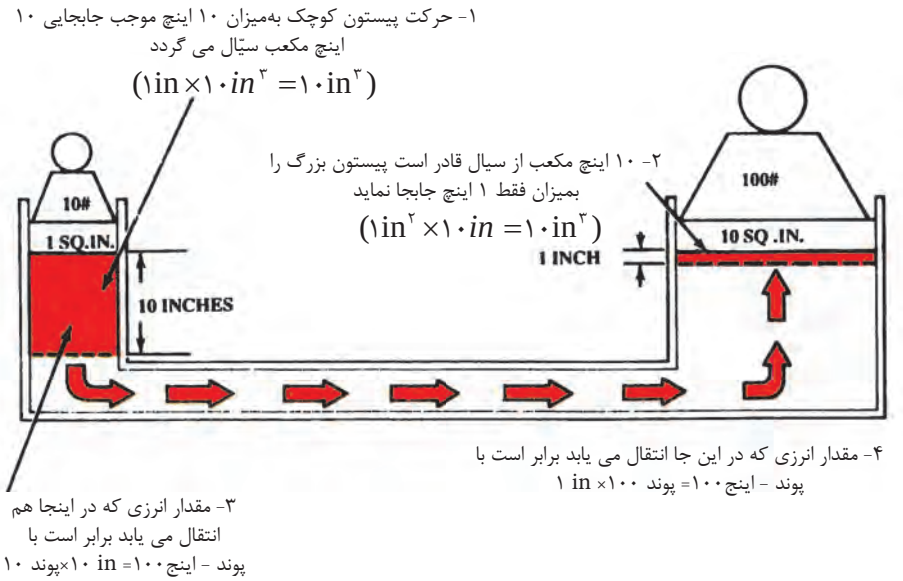
$$\frac{\text{سطح مقطع جک ورودی}}{\text{سطح مقطع جک خروجی}} = \frac{\text{نیروی ورودی}}{\text{نیروی خروجی}} \quad \text{یا} \quad \frac{\text{نیروی خروجی}}{\text{سطح مقطع جک خروجی}} = \frac{\text{نیروی ورودی}}{\text{سطح مقطع جک ورودی}}$$

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad \text{یا} \quad \frac{F_1}{F_2} = \frac{A_1}{A_2}$$

۶-۱ اصل بقای انرژی[۲۴] :

- در فیزیک، یک قانون اساسی حاکی از آن است که انرژی نه قابل خلق شدن است ونه قابل نابود شدن، پس اشتباه نشود، نیروی بزرگی که در پرس هیدرولیکی تولید می شود، از هیچ بوجود نیامده است، چرا که پیستون جک بزرگ، حرکت خود را از جابجائی مایعی بدست می‌آورد که پیستون جک کوچک مسبب آن است. و لذا مسافتی که پیستونهای جک‌ها طی می‌نمایند (بواسطه جابجائی مایع) یکسان نبوده و متناسب با عکس سطح مقطع پیستونهایشان خواهد بود و لذا ما تولید نیروی بزرگتر را در مقابل تفاوت مسافت ها طی شده توسط پیسنونها و یا در مقابل تفاوت سرعت‌های حرکت پیستونها ، کسب می نمائیم.

۲۴- Conservation of Energy



شکل ۱۵-۱- انرژی رانه می‌توان خلق و نه می‌توان نابود نمود

- لذا برابر اصل بقا: انرژی، در پرس های هیدرولیکی روابط زیر برقرار است :

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{D_2}{D_1} \quad \text{یا} \quad \frac{\text{نیروی ورودی}}{\text{نیروی خروجی}} = \frac{\text{مسافت طی شده توسط پیستون جک خروجی}}{\text{مسافت طی شده توسط پیستون جک ورودی}}$$

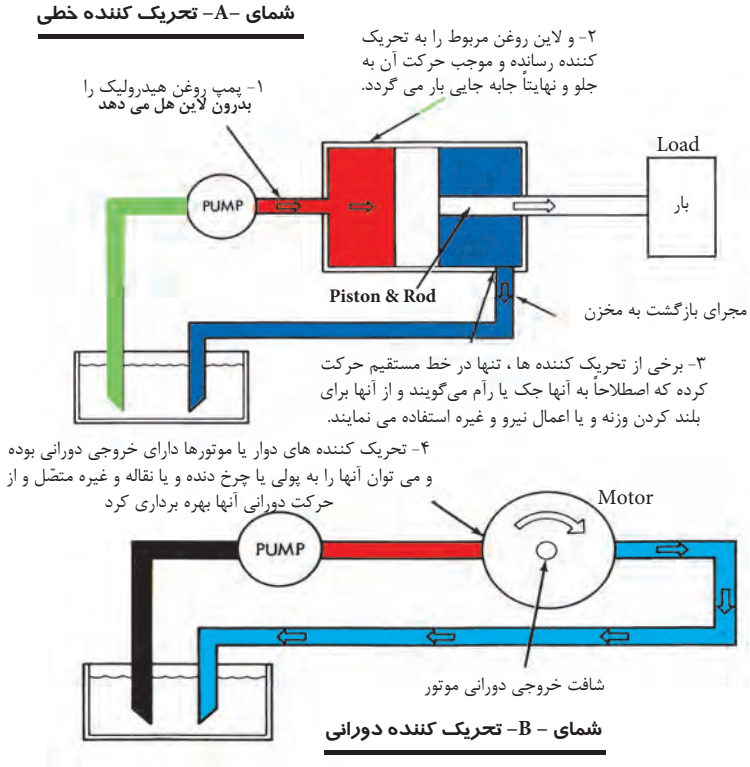
$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{V_2}{V_1} \quad \text{یا} \quad \frac{\text{نیروی ورودی}}{\text{نیروی خروجی}} = \frac{\text{سرعت حرکت پیستون جک خروجی}}{\text{سرعت حرکت پیستون جک ورودی}}$$

۱-۷ - انتقال یا ارسال قدرت هیدرولیکی[۲۵] :

بطور کلی می توان گفت که در سیستمهای هیدرولیکی، با اعمال فشار بریک مایع محبوس نیرو تولید میگردد و این ارسال نیرو یا انتقال قدرت است که توسط خود مایع محبوس در سیستم انجام می‌شود. و لذا سیستمهای هیدرولیکی به هیچ وجه منبع اولیه تولید نیرو یا قدرت نیستند، چرا

۲۵- Hydraulic Power Transmission

که در واقع منبع اولیه تولید قدرت و یا نیرو در حقیقت آن دینام برقی و یا موتور دیزلی ای است که پمپ سیستم هیدرولیک را به گردش درمی‌آورد؛ لذا در یک سیستم هیدرولیکی، آن عضوی که اعمال فشار بر روی روغن می کند پمپ[۲۶] و آن عضوی که فشار روغن هیدرولیک را به نیروی مکانیکی قابل استفاده تبدیل می کند، تحریک کننده[۲۷] می‌نامند. در ضمن تحریک کننده ها یا دارای حرکت خطی[۲۸] هستند مثل جکها[۲۹] که قادر هستند، مثلاً با هل دادن، باری را جابجا نمایند، و یا دارای حرکت دورانی[۳۰] هستند، مثل موتورهای هیدرولیکی[۳۱] ، که با اتصال آنان به انواع پولی ها، گیربکس‌ها، نقاله ها و غیره، می توانند خدمات بسیار گوناگونی ارائه نمایند.



شکل ۱۶-۱- انتقال قدرت هیدرولیکی

۲۶- Pump ۲۷- Actutor ۲۸- Linear
۲۹- Hydraulic Cylinder ۳۰- Rotory ۳۱- Hydraulic Motor

۸-۱ - مبانی جریان[۳۲] :

در یک سیستم هیدرولیک، آن عاملی که اساساً موجب به گردش درآمدن و یا به حرکت درآمدن عضو تحریک کننده میگردد، جریان روغن است و نه حضور خود روغن به تنهائی بعبارت دیگر، درست است که نیرو تنها با فشار، انتقال می یابد لیکن برای ایجاد حرکت در عضو تحریک کننده، وجود جریان روغن ضروری است ولذا حضور روغن آنهم به شکل ساکن به تنهائی کفایت نمی‌کند.

در یک سیستم هیدرولیک جریان روغن توسط پمپ تولید می شود.

۱-۸-۱-نحوه اندازه گیری جریان :

دو روش، برای اندازه گیری مقدار جریان روغن وجود دارد:

الف-با اندازه گیری سرعت حرکت روغن:

سرعت حرکت روغن، به معدل تندی ذرات سیالی گفته می شود که از مقابل نقطه ثابتی عبور می کند و یا به معدل فاصله ای که ذرات در واحد زمان طی می کنند. واحدهای متداول سرعت در هیدرولیک عبارتند از متر بر ثانیه (m/s) فوت بر ثانیه (fps) فوت بر دقیقه (fpm) اینچ بر ثانیه (ips).

در واقع یکی از علت های مهم تعیین سرعت حرکت روغن هیدرولیک، محاسبه و تعیین سایز لوله‌های دستگاه هیدرولیک مربوطه می باشد که در طراحی بسیار مهم است.

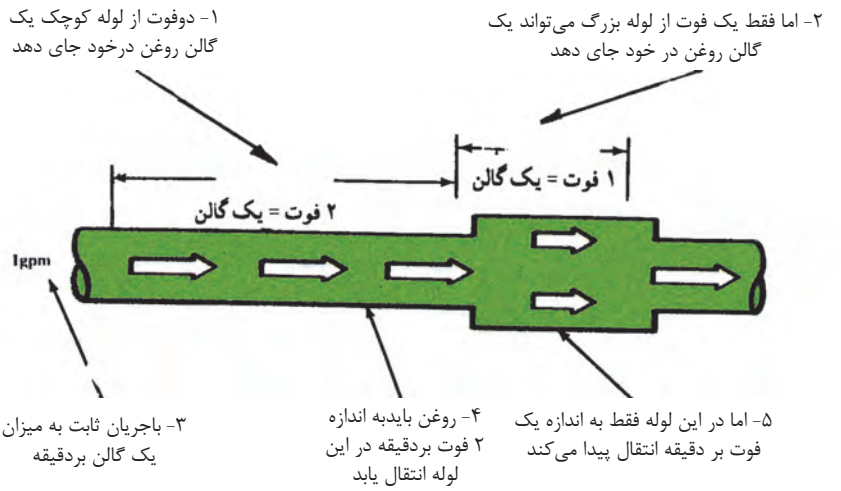
ب - با اندازه گیری مقدار دبی :

واژه دبی، مقیاسی است برای بیان حجمی از سیال که از مقابل نقطه مشخصی، در طول زمان معینی عبور می کند. واحدهای متداول دبی در هیدرولیک عبارتند از :

متر مکعب بر ثانیه (m^3/s) ، گالن در دقیقه (gpm) و اینچ مکعب بر دقیقه (شکل ۱۷-۱) تفاوت بین سرعت و مقدار دبی را توضیح می‌دهد و نشان می دهد که چگونه جریانی با دبی ثابت یک

۳۲- Principles of Flow

گالن در دقیقه، در سطح مقطعهای متفاوت دارای افزایش و یا کاهش سرعت می شود.



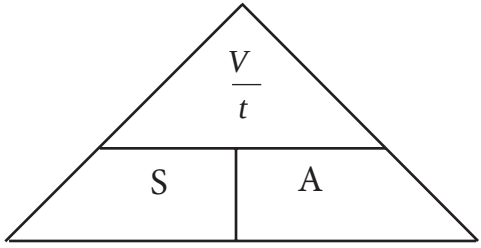
شکل۱۷-۱-جریان عبارت از حجم جابه جا شده در واحد زمان و سرعت عبارت از مسافت طی شده در واحد زمان است.

۲ -۸ -۱- رابطه بین مقدار دبی و سرعت عمل یک تحریک کننده:

تحریک کننده، اصولاً یا یک جک هیدرولیکی است که در آن صورت خروجی آن به صورت یک حرکت خطی ظاهر می شود و یا یک موتور هیدرولیکی است که خروجی آن همیشه بصورت یک حرکت دورانی است. آزمایش نشان می‌دهد که سرعت حرکت پیستون یک جک هیدرولیکی و یا سرعت گردش شافت یک موتور هیدرولیکی، بستگی به ابعاد عضوهای یاد شده و دبی یا سرعت تزریق روغن هیدرولیک به این اعضاء دارد. در شکل (۱۸-۱)، هر دو جک دارای حجم مساوی هستند، با این حال پیستون جک B، دو برابر سریعتر از پیستون جک A، حرکت می کند، زیرا که سرعت تزریق روغن (دبی) به وسیله پمپ مربوطه، دو برابر است. مسلم است که در شرایط فوق چنانچه سطح مقطع جکی، کوچکتر از دیگری باشد، به همان نسبت سرعت حرکت پیستون آن سریعتر خواهد بود.

لذا نتایج فوق را می توان در روابط زیر خلاصه کرد :

$$\text{سرعت حرکت پیستون} = \frac{\text{دبی پمپ}}{\text{سطح مقطع پیستون}}$$



$$S = \frac{V/t}{A}$$

$\frac{V}{t}$ = دبی پمپ (و یا سرعت جابجائی حجم معینی از روغن توسط پمپ)

بر حسب m^3/s

A = سطح مقطع پیستون برحسب m^2

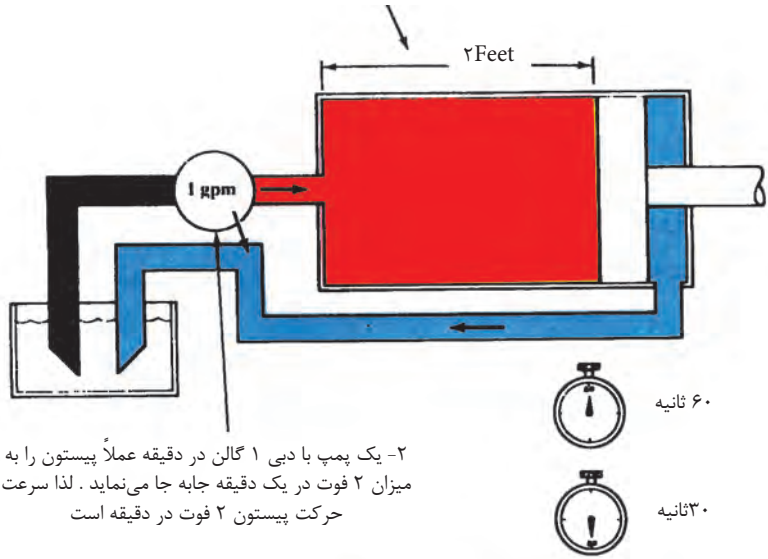
S = سرعت حرکت پیستون برحسب m/s

۳ -۸ -۱-خلاصه نتایج به دست آمده:

۱) نیرو یا گشتاور خروجی از عضو تحریک کننده بستگی مستقیم به فشار روغن هیدرولیک داشته و هیچ ارتباطی به دبی پمپ (یا سرعت تزریق روغن هیدرولیک به آن تحریک کننده) ندارد.

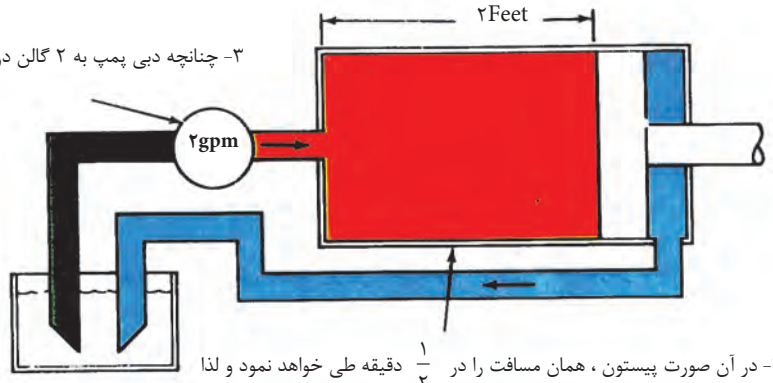
۲)سرعت‌حرکت‌یاسرعت‌گردش عضوتحریک‌کننده بستگی مستقیم به دبی پمپ یا سرعت تزریق روغن هیدرولیک به آن تحریک‌کننده (پیستون یا موتور هیدرولیکی) داشته و هیچ ارتباطی به فشار روغن هیدرولیک ندارد.

۱- اگر این جک با کورس معادل ۲ فوت به
میزان ۱ گالن روغن در خود نگهدارد



۲- یک پمپ با دبی ۱ گالن در دقیقه عملاً پیستون را به
میزان ۲ فوت در یک دقیقه جابه جا می‌نماید . لذا سرعت
حرکت پیستون ۲ فوت در دقیقه است

۳- چنانچه دبی پمپ به ۲ گالن در دقیقه افزایش یابد.

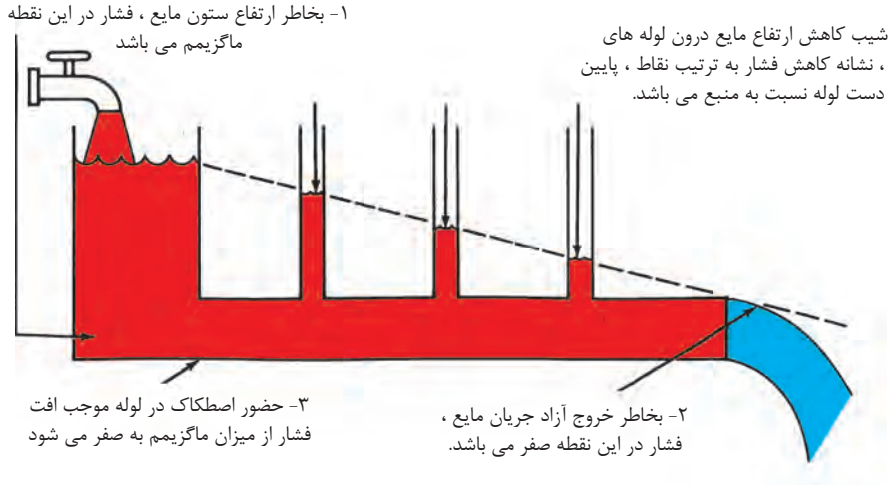


۴- در آن صورت پیستون ، همان مسافت را در $\frac{۱}{۲}$ دقیقه طی خواهد نمود و لذا
سرعت حرکت پیستون به ۴ فوت در دقیقه افزایش خواهد یافت

**شکل۱۸-۱-سرعت حرکت جک ، بستگی به ابعاد
جک و دبی روغن تزریقی به جک ، دارد**

۴ -۸ -۱-جریان و افت فشار[۳۳]:

هر کجا که مایعی در حال حرکت است، به یقین در آن محیط نیروی غیر متعادلی حضور دارد که موجب حرکت سیال شده است: لذا چنانچه سیالی در درون لوله ای با سطح مقطع ثابت در حال حرکت باشد، همواره فشار در پائین دست لوله قدری کمتر از بالا دست آن خواهد بود. و لذا همین تفاوت فشار و یا افت فشار است که موجب فایق آمدن جریان مایع بر اصطکاک درون لوله می شود. در شکل (۱۹ -۱) افت فشار رابه واسطه اصطکاک نشان می دهد. در این شکل افت فشار از مقدار ماکزیمم خود تا مقدار صفر را با تفاوتی که در ارتفاع مایع درون لوله های عمودی است، می توان مشاهده کرد.



شکل۱۹-۱-وجود اصطکاک در لوله ها سبب افت فشار می گردد

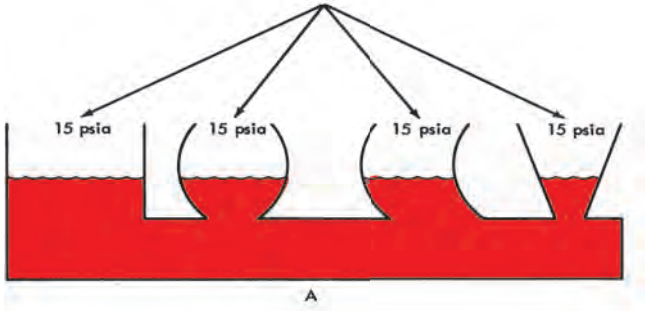
۵ -۸-۱- تمایل به همترازی در سیال مایع :

زمانی که اصلاً تفاوت فشار (یا افت فشار) وجود ندارد، سطوح آزاد مایع، در یک تراز قرار می‌گیرند. مانند شکل (۲۰-۱) حال اگر مقدار فشار در نقطه ای از مایع تغییر کند (بخش B شکل) سطوح

۳۳-Pressure Drop

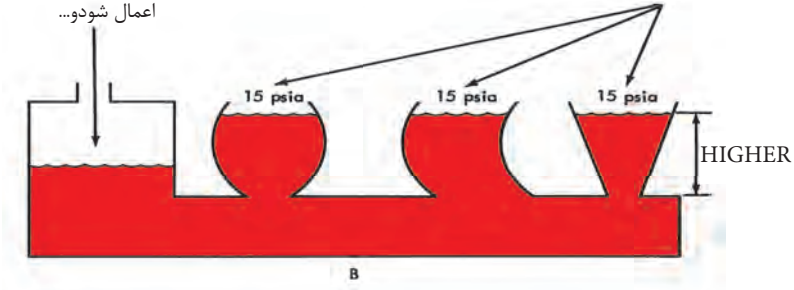
مایع در سایر قسمتها شروع به بالا رفتن می کند، تا آنجا که وزنشان جبران تفاوت یا تغییر فشار را بکند وچنانچه سیال روغن باشد هر متر افزایش ارتفاع جبران ۰/۰۹ bar (یا ۹۰۰۰ پاسگال) تغییر فشار را می کند. و لذا نتیجه می شود که برای به جریان در آوردن روغن در لوله های عمودی شکل، علاوه بر اختلاف فشاری که برای فائق آمدن براصطکاک (که فقط در لوله های افقی قبلاً بررسی شد ولی برای کلیه لوله ها ضروریست) می‌باشد، نیاز به اختلاف فشار دیگری نیز است که بر نیروی مخالفی که بواسطه وزن مایع در لوله عمودی ظاهر می شود نیز فائق آید.

۱- مشاهده می شود بدلیل آنکه سطح آزاد مایعات درون ظروف تماماً در معرض فشار اتمسفریک قرار دارند ، ارتفاع ستون مایع در تمامی آنان برابر است



۲- چنانچه افزایش فشاری در این محفظه، اعمال شودو...

۳- نتیجه آن افزایش ارتفاع ستون مایع در این ظروف خواهد گردید.



شکل۲۰-۱-ارتفاع سطح آزاد مایع ، وابسته به فشار هوای محفظه است

۶ -۸ -۱ - خلاصهٔ نتیجه بدست آمده:

در طراحی ساخت یک سیستم هیدرولیک، فشار کل هیدرولیک مورد نیاز از مجموع سه فشار زیر به دست می آید.

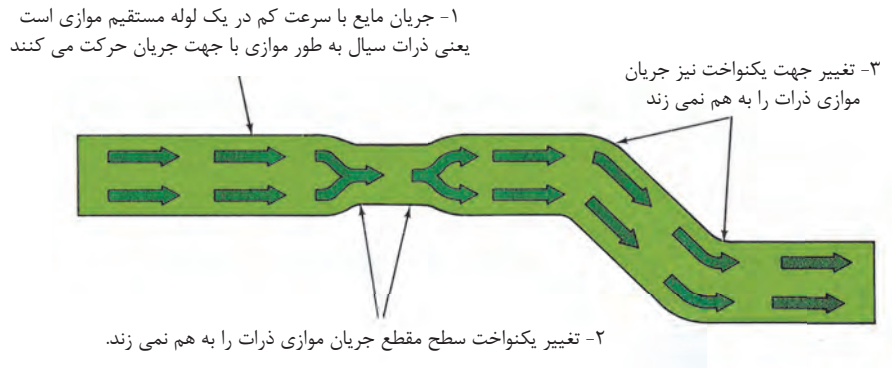
۱) فشاری که برای بحرکت درآوردن جرم روغن در شبکه (بخصوص لوله های عمودی) لازم است.

۲) فشاری که برای فائق آمدن بر اصطکاک داخل لوله ها و تجهیزات شبکه لازم است.

۳) فشاری که برای تولید نیرو و یا تولید گشتاور توسط تحریک کننده جهت به‌حرکت در آوردن یا وارد آوردن بربارلازم است.

۷ -۸ -۱ -جریان آرام[۳۴] وجریان متلاطم[۳۵] :

در شرایط ایده ال، ذرات یک مایع، در درون یک لوله، در مسیرهای مستقیم و موازی با هم حرکت می‌کنند. شکل (۲۱-۱) در چنین شرایطی گفته می شود که جریان سیال از نوع جریان آرام است. البته باید توجه داشت که لازمه آن پائین بودن سرعت حرکت ذرات و مستقیم بودن لوله است. برای جریانهای آرام، جدار لوله، حداقل اصطکاک را ایجاد می کند.



شکل۲۱-۱-در جریان آرام ذرات سیال در مسیرهای موازی حرکت می نمایند.

۳۴- Laminar Flow
۳۵- turbulent Flow