۳-مکانیک سیالات

معمولاً ماده را به جامدات و سیالات رده بندی می‌کنند. سیالات خود به مایعات و گازها قابل تفکیک هستند . سیال ماده ای است که می تواند جاری شود.بعضی سیالات مانند قیر آنقدر به آرامی جاری می‌شوند که در مدت زمان کارکرد شبیه جامدات رفتار می‌کنند.

در جامدات نیروی جاذبه بین مولکولها بسیار زیاد است و به همین دلیل اندازه و شکل معین دارند فعالیت ملکول های ماده‌ای که از حالت جامد به مایع و از مایع به بخار تبدیل می‌شود افزایش می یابد و علت این امر بالا رفتن درجه حرارت مولکول هاست.

در سیالات فعالیت مولکول ها به مقدار زیادی اضافه می‌شود به گونه ای که در مایع ساکن بدون آن که مولکولها جابجا شوند یک نوع حرکت ارتعاشی پدید می آید.

شکل سیالات به آسانی تغییر می‌کند.مایعات فضای مرتبط ظرف را اشغال کرده و یک سطح تقریباً افقی تشکیل می‌دهند یعنی مایع شکل ظرف را بخود می‌گیرد و سطح آزاد مایع ساکن تقریباً افقی است. حال آنکه گازها تمامی حجم ظرف را اشغال می‌کنند و حجم گاز مساوی حجم ظرفی است که در آن قرار دارد.علی رغم اختلاف‌هایی که در فشارهای معمولی بین مایعات و گازها مشاهده می‌شود.قوانین اساسی یکسانی بر رفتار استاتیک و دینامیک آنها حاکم است.

۱- ۳ - استاتیک سیالات (سیال ساکن)

چگونگی تاثیر یک نیروی سطحی بر روی سیالات با چگونگی تاثیر آن بر جامدات متفاوت است در یک جامد محدودیتی برای راستای چنین نیرویی وجود ندارد. ولی در یک سیال ساکن راستای نیروی سطحی باید همواره بر سطح عمود باشد . بنابراین بهتر است نیروی موثر بر یک سیال را با مشخص کردن فشار P که بصورت بزرگی نیروی عمودی وارد بر واحد سطح تعریف می‌شود بیان کنیم.

۱ -۱-۳- فشار در سیالات ساکن

فشاری که بر سطوح جامد ظرف سیال منتقل می‌شود در تمام مقاطع و سطوح بر این مقاطع و سطوح عمود است، فشار، نیرویی است که از طرف سیال به واحد سطح وارد می‌گردد فشار یک کمیت عددی است و واحد آن در سیستم SI پاسکال است یک پاسکال فشار نیروی یک نیوتنی است وقتی بر سطح یک متر مربع به طور عمودی وارد شود. **pa = 1N/m2**

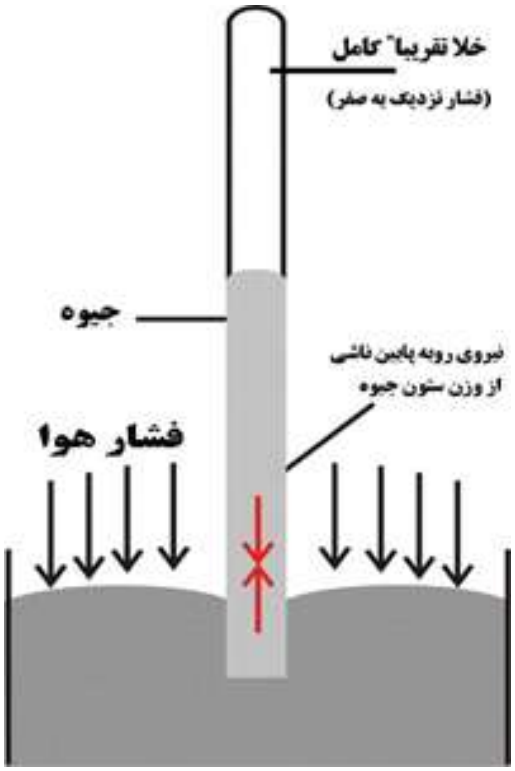
واحدهای متداول دیگر برای فشار عبارتند از: بار، میلی بار و اتمسفر یا فشار جو.

$1atm=76cmHg$ و $10^5pa=1bar$ یا $bar=1000mbar$

$1atm=14.7^{lb/in2}$ ((psi)اتمسفر بر حسب پوند بر اینچ مربع)

در سیستم SI واحدهای اصلی کیلوگرم kg ، متر m و ثانیه s است. استفاده از سیستم SI معمول شده است. از جمله در کشور ما واحدهای رسمی همان واحدهای سیستم SI است.

یک اتمسفر فشار ستونی از جیوه است ، به ارتفاع ۷۶۲ میلیمتر در دمای صفر سانتیگراد تعریف دیگری از اتمسفر وجود دارد و آن عبارتست از وزن ستونی از آب به ارتفاع ۱۰ متر که به سطحی به اندازه یک سانتیمتر مربع وارد می‌شود.



۲ - ۱ -۳-اندازه گیری فشار جو با فشار سنج توریچلی :

اتمسفر یا جو برروی سطح زمین فشار وارد می‌کند.اولین بار فردی به نام توریچلی دستگاهی برای اندازه گیری این فشار تهیه نمود. وی لوله طویلی را که یک طرف آن مسدود است ، از جیوه پر شده و آن را واژگون در یک ظرف در باز و پر از جیوه قرار داد . فشار جو که برسطح جیوه درون ظرف وارد می‌شود ، ستونی از جیوه را داخل لوله نگه می دارد . به عبارتی فشار درون لوله که ناشی از وزن ستون جیوه می‌باشد با فشار جو برابر می‌شود .ارتفاع جیوه درون لوله معیاری جهت تعیین فشار جو است . وقتی که فشار عادی جو در کنار دریا اندازه گیری می‌شود ازتفاع ستون جیوه ۷۶ سانتی متر یا ۷۶۰ میلی مترخواهد بود .

پس فشار یک اتمسفر بر حسب pa و میلی بار محاسبه می‌شود.

$$1atm=13.59*980*76=1.013*10^5pa=1013.25mbar$$

فشار هوا در یک منطقه جغرافیایی بر روی زمین برابر است با وزن ستونی از هوا که بالای سر آن نقطه وجود دارد.بنابراین هر چه ارتفاع بیشتر باشد فشار هوا در آن کمتر است مثلا" در تهران که تقریبا" ۱۱۰۰متر از سطح دریا بلندتر است فشار هوا در دمای معمولی آزمایشگاه و در شرایط جوی مختلف (پرفشار و کم فشار)بین ۸۷۵ یا ۸۹۰ میلی بار است که حدودا" ۶۷.۲ سانتیمتر جیوه می‌باشد .

۳-۱-۳- تغییر فشار در یک سیال ساکن

هرگاه سیالی در حال تعادل باشد، تمام اجزای آن در حال تعادل است عنصر حجمی کوچکی از این سیال را در نظر میگیریم که به فاصله y از یک سطح مرجع y=o قرار گرفته باشد فشار در سیالی که تعادل استاتیک دارد برحسب ارتفاع از سطح مرجع تغییر می‌کند و این تغییر فشار برابر است با وزن ستونی از سیال بر سطح مقطع واحد سطح.در رابطه $P=\rho.g.h$ کمیت $\rho.g$ را چگالی وزنی نامند.

در مایعات ρ عملا" ثابت است زیرا مایعات تقریبا" تراکم ناپذیرند.اگر P_1 فشار در ارتفاع y_1 و P_2 فشار در ارتفاع y_2 باشد $P_2 - P_1 =\rho.g (y_2- y_1)$ که بر سطح بالایی وارد می‌شود همان فشار جو است که آنرا با p_0 نشان میدهیم فشار در ارتفاع دلخواه y_1 را با p نشان میدهیم.

$y_2- y_1=h$ عمق مایع است $p=p_0+ \rho gh$ این رابطه به وضوح نشان می‌دهد که فشار در تمام نقاط هم عمق یکسان است.

فشار درون مایعات ساکن فقط به جنس مایع و ارتفاع از سطح آزاد مایع بستگی دارد.اختلاف فشار بین دو نقطه در یک مایع همگن ساکن نیز فقط به اختلاف ارتفاع آنها بستگی دارد.

٤-١-٣- چگالی سیال

چگالی ρ (جرم سیال تقسیم بر حجم آن) $\rho = m/v$ به عوامل متعددی مانند فشار و دما بستگی دارد.چگالی مایعات خیلی کم تغییر می‌کند و می‌توان آنرا ثابت در نظر گرفت.چون مایعات تقریباً تراکم ناپذیرند و لایه های پایین تر بر اثر وزن لایه های بالاتر که روی آنهاست.چندان متراکم نمی‌شوند و چگالی عملاً در تمام سطوح ثابت می ماند در گازها در دمای یکنواخت چگالی در لایه ها با فشار در آن متناسب است.

البته اگر دما افزایش یابد مایع منبسط شده حجمش زیاد می‌شود و چگالی کاهش می یابد در گازها نیز با افزایش دما گاز منبسط شده چگالی آن کم می‌شود به اصطلاح سبک شده و بالا میرود نظیر تخلیه محصولات احتراق آبگرمکنها و شوفاژها از دودکش.

٢-٣- دینامیک سیالات

دینامیک سیالات قوانین مربوط به سیال در جریان را بررسی می‌کند، جریان سیال ممکن است پایدار با ناپایدار باشد. هرگاه سرعت V سیال در هر نقطه مفروض از سیال در جریان نسبت به زمان ،ثابت باشد حرکت سیال را پایدارمی نامند یعنی سرعت همه ذراتی که از یک نقطه میگذرند ثابت می ماند در جریانهای ناپایدار سرعت‌ها تابعی از زمان هستند مانند جریان سیال در یک شیب تند رودخانه یا آبشار که در آن سرعتها بطور منظم از نقطه ای به نقطه دیگر و همچنین از لحظه ای به لحظه دیگر تغییر می‌کنند ما بررسی خود را در دینامیک سیالات بیشتر به جریان های پایدار (غیرگردابی و برای مایعات تراکم ناپذیر مانندآب محدود میکنیم).

٣-٣- دبی جرمی یا حجمی

دبی جرمی یا حجمی به ترتیب جرم یا حجم سیال عبوری از مقطع مشخصی از مسیر در واحد زمان است .به عبارتی وقتی گفته می‌شود دبی آب عبوری از مقطع مشخصی از لوله ١٠٠٠ لیتر بر ساعت است بدین معنی است که تحت شرایط ثابت وطی یک ساعت ،حجم آبی که از آن مقطع عبور می‌کند ١٠٠٠ لیتر می‌باشد.

این مطلب نشان می‌دهد که سرعت جریان سیال با عکس مساحت مقطع متناسب است یعنی **مقطع باریکتر شود سرعت سیال افزایش می یابد.**

مثال : آیا هرگز در میان جمعیتی که بخواهد از درب کوچکی راه بگشاید قرار گرفته اید؟در میان جمعیت مساحت مقطع بزرگ است و فشار زیاد ولی پیشروی به کندی صورت می‌گیرد.در موقع گذشتن از درب که سطح مقطع کوچکی دارد فشار کم می‌شود و سرعت افزایش می یابد.

٤-٣- فشار ساکن یا استاتیک

فشاری است که از طرف سیال به ظرف یا جداره لوله وارد می‌شود.

برای اندازه گیری فشار استاتیک در یک سیال که در جریان است باید آنرا در جایی اندازه گرفت که سرعت سیال در آن نقطه باعث ایجاد تداخل نگردد، از آنجایی که طبق قوانین سیالاتی در جدار لوله ای که سیال در آن جریان دارد سرعت سیال نزدیک به صفر است همواره فشار استاتیک را در جداره لوله اندازه می گیرند.

٥-٣- افت فشار

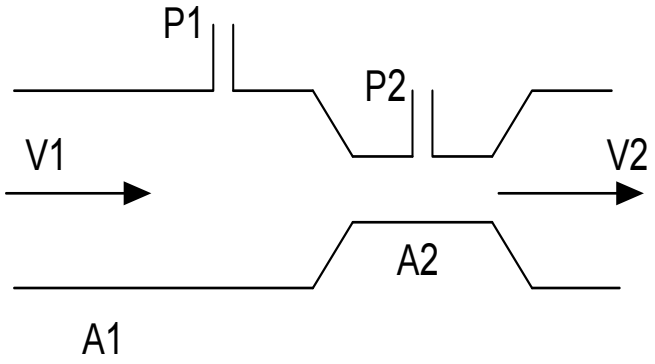
پدیده اتلاف انرژی در فشار کل یک سیال خود را به صورت افت فشار نشان می‌دهد. این افت دلایل گوناگونی می تواند داشته باشد از جمله ناصاف بودن لوله ها که موجب بروز اصطکاک می‌گردد و ویسکوزیته سیال

(چسبندگی)که در برابر جاری شدن از خود مقاومت نشان می‌دهد.به طور کلی می‌توان گفت افت فشار در انواع لوله ها بستگی به جنس و ابعاد لوله و نوع سیال داخل لوله دارد.اتصالات مانند سه راهی ، زانوئی ها ، تبدیل ها و شیرهای مختلف مقدار زیادی افت ایجاد می‌کنند.بطورکلی هر چه مقدار اتصالات و طول لوله ها در یک سیستم لوله کشی بیشتر باشد افت فشار بیشتر خواهد بود.در شوفاژ های دیواری بوتان یکی از وظایف پمپ سیرکولاسیون علاوه بر به گردش درآوردن آب برگشت شوفاژ، غلبه بر افت فشارهای داخلی در مسیر جریان است.در راه اندازی شوفاژها باید با شیر پرکن تا فشار ۱.۵ بار لوله را پر کنیم.در مدار برگشت شوفاژ به علت کار پمپ نه تنها این فشار کاهش نمی یابد بلکه ۰.۱ تا ۰.۲ بار افزایش می یابد.

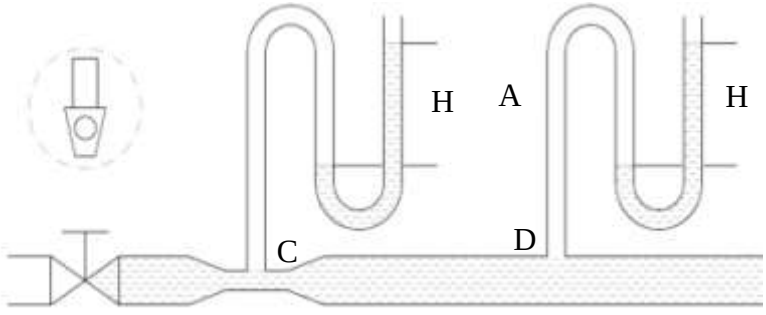
۶-۳- شیپوره یا ونتوری

مقاطعی که در آنها گلوگاهی برای عبور سیال وجود دارد شیپوره یا ونتوری خوانده می‌شوند با توجه به اینکه سرعت و سطح مقطع در سیالات غیرقابل تراکم با یکدیگر نسبت عکس دارند.سرعت در مقطع A_2 بیشتر از سرعت در مقطع A_1 می‌باشد.

افزایش سرعت معادل کاهش فشار استاتیک می‌باشد.پس در مقطع تنگتر A_2 که سرعت بیشتر است فشار P_2 از فشار P_1 در مقطع گشادتر، کمتر است.



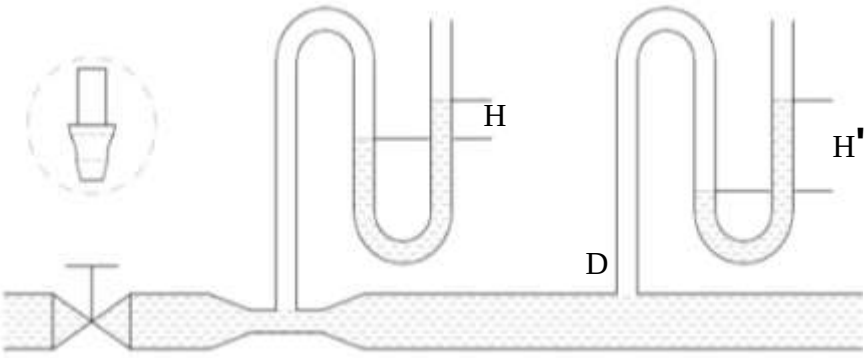
شکل ۱-۳



شیربسته است

به علت سکون آب فشار در نقاط C و D برابر است

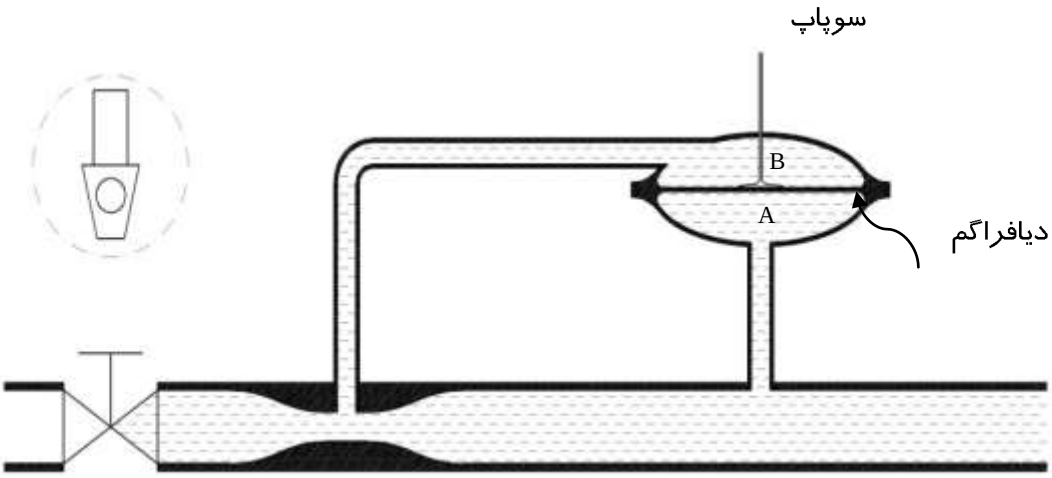
شکل۲-۳



شیر باز است

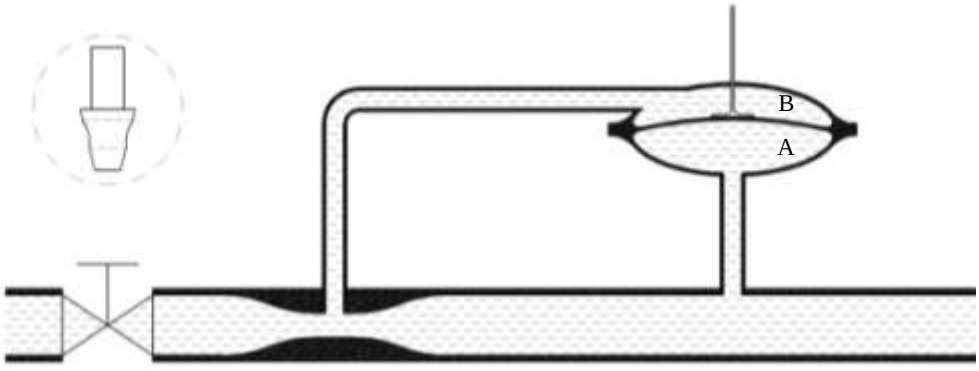
$$H'>H$$

شکل۳-۳



درحالتی که شیر بسته است

شکل٤-۳



درحالتی که شیر باز است

شکل۵-۳