

## هدف کلی

ایجاد توانمندی‌هایی که هنرجو قادر باشد اپراتوری با دستگاه، تشخیص عیوب و سرویس کردن دستگاه‌ها را انجام دهد.

### گزارش نویسی

هدف‌های رفتاری: در پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود که:

- ۱- نحوه‌ی گزارش نویسی را توضیح دهد.
- ۲- نحوه‌ی گزارش نویسی فنی را توضیح دهد.
- ۳- تفاوت بین گزارش نویسی و گزارش نویسی فنی را توضیح دهد.

#### ۱-۱- نحوه‌ی گزارش نویسی

هدف از این بحث، ارائه‌ی راه کار مناسبی برای نوشتن گزارش یا تهیه‌ی مقالات علمی است. در تهیه یک گزارش کامل موارد زیر توصیه می‌گردد:

##### ۱-۱-۱- چکیده

لازم است ابتدا هر گزارش بسیار مختصر و گویا - بدون ذکر روابط ریاضی - در چند سطر بیان شود؛ بر این اساس، چکیده‌ی گزارش می‌تواند در بردارنده‌ی هدف و نتایج حاصل کار باشد و خواننده به راحتی به مضمون آن دست یابد.

##### ۱-۱-۲- مقدمه

منظور از مقدمه، توجه به نکات اساسی گزارش و آشنایی خواننده با موضوع است. در برخی گزارش‌ها مقدمه، حاوی پیش‌گفتار نیز خواهد بود. در گزارش‌های طولانی یا برای کتاب، ممکن است مقدمه و پیش‌گفتار مجزا آورده شوند؛ در حالی که در گزارش‌های مختصر به مقدمه‌ی کوتاه بسنده می‌شود.

##### ۱-۱-۳- هدف

اهداف کلی آزمایش که همانا دست یافتن به نتایج مطلوب است باید در گزارش آورده شود؛ هم‌چنین لزوم و اهمیت کار، بیان شود.

##### ۱-۱-۴- تئوری

محتوای برخی از گزارش‌ها اغلب شامل اطلاعات تئوری گسترده‌ای درباره‌ی کاربرد و موضوع گزارش است. این بخش خواننده را قادر می‌سازد تا مفاهیم تجربی را دریابد و تفسیر مناسبی از داده‌ها در اختیار داشته باشد.

##### ۱-۱-۵- شرح دستگاه و روش آزمایش

اطلاعات کافی باید در باره‌ی دستگاه و روش آزمایش برای خواننده تهیه شود تا با چگونگی کار بیش‌تر آشنا گردد. اگر گزارش یا تحقیق با دانش جدیدی سروکار دارد، بحث

جامع‌تری از دستگاه لازم است. نکته‌ی دیگر آن که نحوه‌ی انجام آزمایش باید بر اساس روش‌های استاندارد باشد.

روش انجام آزمایش از ابتدا تا انتها باید در گزارش بازگو شود.

#### ۱-۱-۶- محاسبات

چنان‌چه به پردازش و محاسبه‌ی داده‌های آزمایش نیاز است، محاسبات مربوط به آزمایش باید در گزارش به تفصیل ذکر شود.

#### ۱-۱-۷- نتایج آزمایش‌ها

به‌طور طبیعی بخش جداگانه‌ای در گزارش آورده می‌شود تا نتایج آزمایش‌ها، به‌گونه‌ای خاص متناسب با نیازهای موردنظر خواننده باشد. استفاده از جدول و نمودار، به دلیل وضوح، امری اجتناب‌ناپذیر است. در حقیقت نمودار باید به‌گونه‌ای باشد تا توجه خواننده را بر روی نکات برجسته‌ی اطلاعات متمرکز نماید؛ به‌دیگر سخن، در تهیه‌ی گزارش علاوه بر توضیحاتی که نوشته می‌شود استفاده از اشکال و نمودارها باعث درک بیش‌تر خواننده می‌شود و در زمان اندکی، تأثیر و کارایی بیش‌تری بر جای می‌گذارد.

#### ۱-۱-۸- تفسیر نتایج

هنگامی که نتایج آزمایش به‌گونه‌ی روشنی عرضه شد، نویسنده مسئولیت تفسیر نتایج را - بر اساس تئوری و کار دیگران در زمینه‌ی فعالیت انجام شده - بر عهده دارد. در این بخش دورنمای کار، تئوری و نتایج آزمایش همگی باهم آورده شده تا خواننده را به نتیجه‌گیری مورد مطالعه رهنمون سازد.

#### ۱-۱-۹- نتیجه‌گیری

زمانی که خواننده به این بخش می‌رسد، اغلب باید نتیجه‌گیری‌های کار به‌دست داده شود. هدف از این بخش جمع‌آوری تمام نتایج مهم و تفسیر آن‌ها به شکل مختصر و واضح است. معمولاً در این بخش نکات اصلی گزارش منظور می‌شود. با توجه به این که بسیاری از مخاطبان فقط بخش‌های چکیده و نتیجه‌گیری گزارش را می‌خوانند ضروری است بخش نتیجه‌گیری با دقت بیش‌تری نوشته شود.

#### ۱-۱-۱۰- خطاهای آزمایش

خطاهای مربوط به آزمایش اعم از خطاهای بصری، دستگاه‌های آزمایش، خطاهای محیطی، دقت محاسبات و هر فرض ساده‌شونده‌ای که باعث ایجاد اختلاف در نتایج آزمایش و تئوری آزمایش می‌شود باید در انتهای کار تحلیل شوند تا میزان صحت و سقم آزمایش مشخص گردد.

#### ۱-۱-۱۱- مراجع و منابع

منابع مورد استفاده‌ی نویسنده برای تهیه‌ی گزارش باید در انتهای کار به‌صورت فهرست فراهم آید تا خواننده منابع و اطلاعات بیش‌تری را در زمینه‌ی گزارش تهیه شده، در اختیار بگیرد. گفتنی است درج منابع و مراجع در گزارش دلیل بر مستند بودن گزارش است.

نوشتن منابع در انتهای کار به این ترتیب است:

(برای همین منظور به منابع نوشته شده در آخر همین کتاب مراجعه نمایید.)

نویسنده، عنوان، ناشر، سال

به عنوان مثال :

– استریتز، وایلی – بدفورد، مکانیک سیالات، مک گراهیل ۱۹۹۸  
در حقیقت با در نظر داشتن مطالب یاد شده در گزارش می توان به هدف اصلی کار دست یافت، شایسته‌ی ذکر است که هر کار علمی یا آزمایش هنگامی دارای اهمیت و درخور ارزیابی است که به صورت گزارش تهیه شود و در اختیار خوانندگان قرار بگیرد.  
برای بیان منظور باید ساده و روان نوشت و این امر را همیشه به خاطر داشت :

«کسی که از لغات زیادی برای بیان منظورش استفاده کند مانند نشانه گیر بدی است که به جای نشانه گیری یک سنگ به هدف، مشتکی از سنگ را به طرف هدف پرتاب کند به این امید که به هدف اصابت نماید».

### فعالیت:

دو نمونه گزارش از کتاب‌های آزمایشگاه شیمی عمومی، آزمایشگاه شیمی آلی و آزمایشگاه شناخت مواد (مربوط به سال دوم) با توجه به این فصل تهیه شود.

## ۲-۱- گزارش نوبت کاری

معمولاً در هر واحد صنعتی بسته به نوع فعالیت، در هر مرحله از کار، گزارش عملیات هر نوبت کاری تهیه می‌شود که در آن گزارش مطالب متنوعی نظیر تعمیرات یا تعویض قطعات، مقادیر دما، فشار و...، دستگاه‌هایی که به کار گرفته شده‌اند، میزان مواد مصرفی و تولید شده و اطلاعاتی نظیر آن درج می‌گردد. شکل نوشتاری و طبقه بندی کاری برای هر واحد شیمیایی یا صنعتی با واحد دیگر متفاوت است. برای مثال، در واحد نفت و گاز این موضوعات مطرح می‌شود :

- فشار و دمای مراحل مختلف تفکیک نفت و گاز ؛
- میزان گاز جدا شده از نفت ؛
- میزان آب جدا شده از نفت ؛
- آمار چاه‌های نفت که در آن تاریخ باز بوده‌اند ؛
- میزان سوخت مصرفی کارخانه ؛
- تعداد پمپ‌های در حال کار، همراه با ساعت کاری ؛
- تعداد کمپرسورهای در حال کار، همراه با ساعت کاری ؛
- تعداد ژنراتورهای دیزلی یا ژنراتورهای دیگر، هم چنین توربین‌های گازی همراه با ساعت کاری ؛
- دستگاه‌ها و ادواتی که تعمیر شده‌اند یا نیاز به تعمیر یا تعویض قطعات دارند ؛
- موجودی مواد ضد خوردگی در نفت و آب و مقادیر مصرفی آن‌ها ؛

- شرح وضعیت جوی؛
  - تعداد افراد حاضر به کار در واحد به صورت ثابت و متغیر؛
  - مواد مورد لزوم کارخانه اعم از وسایل کاری، نظافتی و یا خوراکی؛
  - شرح وقایع (چنان چه در طول نوبت کاری حادثه‌ای رخ داده باشد).
- یادآور می‌شود اطلاعات موجود در گزارش فنی کارخانه نفت و گاز باید به گونه‌ای ساده و گویا باشد.
- نمونه‌ای از گزارشات نوبت کاری کارخانجات نفت و گاز را برای مثال مشاهده نمایید.

فرم شماره‌ی ۱: گزارش یک سکوی نفتی در دریا

سکو	تفکیک کننده <sup>۱</sup>	نفت <sup>۲</sup> BPD	آب BPD	گاز <sup>۳</sup> MMSCFD	فشار Psig	دما F	چاه‌های بازها
A	شیرین <sup>۵</sup>	۴۳۰۰۰	-	۱۳۱/۵	۲۲۰	۹۰	F <sub>۳</sub> . ۲H, ۳H. F <sub>۱۱,۳</sub> . ۳H. F <sub>۱۷</sub>
	ترش <sup>۶</sup>	۴۰۰۰	۲۱۹۷	۱۴	۲۲۰	۹۰	F <sub>۱۶</sub> . ۳/۵
	آزمایش <sup>۷</sup>	۱۷۴۵۰	۱۴۵۴	۱۴/۵	۲۲۰	۱۱۲	F <sub>۹</sub> . ۰/۱, ۲H
	میانی <sup>۸</sup>	۷۰۰۵۰	۴۱۵	۵/۳	۷۵	۱۰۰	F <sub>۱۳</sub> . ۰/۱. F <sub>۱۶</sub> . ۲
	جمع کل	۷۴۹۵۰	۷۸۰۱	۱۶۵/۳			
	شیرین	-	-	-	-	-	-
B	ترش	۵۶۰۰	۱۴۴۷	۱/۴	۵۵	۱۰۵	F <sub>۲</sub> . ۰/۱. F <sub>۱۵</sub> . ۱/۷
	آزمایش	-	-	-	-	-	-
	جمع کل	۵۶۰۰	۱۴۴۷	۱/۴			فشار خط لوله (۳۵۰-۴۰۰ Psig) چاه‌های باز = ۷ حلقه
	جمع کل منطقه	۷۶۴۰۰	۹۲۴۸	۱۶۶/۷			

## توضیحات فرم شماره‌ی ۱

۱- تفکیک کننده: دستگاه جدا کننده گاز و نفت و آب (به فصل هشتم همین کتاب

مراجعه شود)

۲- BPD = Barrel Per Day = بشکه در روز

۳- MMSCFD = Million Standard Cubic Feet Per Day =

میلیون فوت مکعب در روز

۴- چاه‌های باز: به چاهی که در روز تولید نفت داشته باشد «چاه باز» می‌گویند.

۵ و ۶- نفت ترش و شیرین: نفتی که حاوی H<sub>۲</sub>S باشد «ترش» و در غیر

این صورت «شیرین» نامیده می‌شود.

۷- تفکیک کننده‌ی آزمایش: دستگاه تفکیک کننده‌ای که برای آزمایش در

سکو استفاده می‌شود.

۸- تفکیک کننده‌ی میانی: دستگاه تفکیک کننده با فشار متوسط (کمتر از فشار

مرحله‌ی اول)

فرم شماره‌ی ۲- گزارش روزانه

### ● وضعیت جوی

باد = متغیر، غالباً شمال

موج = آرام - ۳ فوت

درجه‌ی حرارت = ۳۰ درجه‌ی سلسیوس

### ● تعداد نفرات

بهره‌برداری دریا: ۱۴ نفر

خدمات چاه‌ها: ۴ نفر

تعمیرات: ۷ نفر

آشپزخانه: ۸ نفر

پزشکیار: ۱ نفر

آتشکار: ۱ نفر

نظامی: ۶ نفر

متفرقه: ۸ نفر

جمع کل: ۵۱ نفر

---

۱- منظور ارتفاع موج می‌باشد.

● تجهیزات و مواد مصرفی

الف – سکوی نفتی

- ژنراتور شماره ۱ = آماده (Stand by)
- ژنراتور شماره ۲ = روشن (Service)
- کمپرسور هوا شماره ۱ = ۱۲ ساعت کار
- کمپرسور هوا شماره ۲ = ۱۲ ساعت کار
- موجودی گازوییل = ۱۵۵۰ گالن
- موجودی آب = ۲۶۰۰ گالن
- مصرف ضد کف<sup>۱</sup> = ۴ گالن
- موجودی ضد کف = ۵ گالن
- مصرف ضد خوردگی در نفت<sup>۲</sup> = ۱/۵ گالن
- موجودی ضد خوردگی در نفت = ۸ گالن

ب – سکوی نفتی

- توربین شماره ۱ = آماده (Stand by)
- توربین شماره ۲ = روشن (Service)
- آب شیرین کن شماره ۱ = روشن (Service)
- آب شیرین کن شماره ۲ = آماده (Stand by)
- موجودی گازوییل = ۳۴۰۰ گالن
- موجودی آب = ۴۵۰۰ گالن
- مصرف ضد خوردگی در نفت = ۱۵ گالن
- مصرف ضد خوردگی در آب<sup>۳</sup> = ۱۲ گالن
- موجودی ضد خوردگی در نفت = ۴ گالن
- موجودی ضد خوردگی در آب = ۱۲ گالن

- 
- ۱- ضد کف: برای جلوگیری از تولید کف در داخل دستگاه درون تفکیک کننده تزریق می‌شود. توضیح این که نفت در اثر برخورد با ادوات داخل دستگاه تولید کف می‌کند.
  - ۲- ضد خوردگی: به دلیل وجود H<sub>2</sub>S امکان خوردگی افزایش می‌یابد پس ضد خوردگی تزریق می‌شود.
  - ۳- ضد خوردگی در آب: آب برای دستگاه آب شیرین کن به علت وجود یون‌های مختلف ایجاد خوردگی می‌کند پس ضد خوردگی به آب تزریق می‌شود.

فرم شماره‌ی ۳ - اهم فعالیت‌های روزانه‌ی تعمیراتی کارخانجات نفتی

شرح درخواست کار	برآورد نفر/ روز	تاریخ شروع	درصد انجام کار	خلاصه‌ی انجام کار
تعمیرات یک شیر دستی ۱۲ اینچ ورودی به کوره	۱۰	۱۱/۲۶	۱۰۰	شیر تعویض گردید
تعویض قسمتی از بالا برنده ۱۲ اینچ چاه نفت	۲۰	۱۱/۲۶	۲۳	فلنج ۱۲ اینچ باز شد آماده‌ی بازسازی
بررسی رفع نشتی از کف مخزن شماره‌ی ۹	۵۰	۱۱/۲۶	۸	تزریق آب و گل حفاری به مخزن
لوله‌کشی پساب مخازن ذخیره‌ی نفت خام	-	۱۱/۲۶	۱۲	ادامه‌ی کندن کانال و لوله‌گذاری توسط پیمانکار
تعمیر اساسی مولد ۳۰۰ کیلو وات	۴۰	۱۱/۲۶	۴۱	بستن قطعات موتور ادامه دارد.
تعویض قسمتی از لوله‌ی ۶ اینچ	۱۵	۱۱/۲۶	۱۰۰	لوله تعویض گردید.
در مسیر شیر ایمنی مجاور KOD <sup>۱</sup>				

۱- یک مخزن برای جداسازی نفت و گاز : KOD = Knock OUT DRUM



فرم شماره ی ۴- گزارش عملیات روزانه ی کارخانجات نفتی

تولید خالص نفت خام (بشکه در روز) = ۴۲۱۶۴

آب تفکیک شده در دریا<sup>۱</sup> (بشکه در روز) = ۴۰۴۴

آب تفکیک شده در خشکی<sup>۲</sup> (بشکه در روز) = ۷۳۲۴

گاز تولیدی در دریا (میلیون فوت مکعب در روز) = ۱۴۹/۱

گاز تولیدی در خشکی (میلیون فوت مکعب در روز) = ۷

گاز مصرفی در دریا<sup>۳</sup> (میلیون فوت مکعب در روز) = ۱

گاز به مشعل<sup>۴</sup> دریا (میلیون فوت مکعب در روز) = ۱۴۸/۱

کل گاز تولیدی (میلیون فوت مکعب در روز) = ۱۵۶/۱

میانگین درصد حجمی آب تولیدی (درصد حجمی) = ۲۱/۲

نسبت گاز به نفت =  $\left(\frac{\text{فوت مکعب}}{\text{بشکه}}\right) = ۳۷۰۲$

تعداد چاه های باز (حلقه) = ۲۳

تعداد چاه های بسته (حلقه) = ۱۹

سرعت باد (فوت بر ثانیه) = ۴-۵

جهت باد = شمال غربی

موج دریا (فوت) = ۱-۴

---

۱- دریا: منظور در سکوی نفتی است.

۲- خشکی: منظور کارخانجات در جزیره می باشند.

۳- گاز مصرفی دریا: منظور گاز مورد استفاده جهت ژنراتور و مصارف دیگر می باشد.

۴- گاز به مشعل دریا: گازی که در سکوی نفتی سوزانده می شود.

### اندازه‌گیری دما

هدف‌های رفتاری: در پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود که:

۱- وسایل اندازه‌گیری دما را بشناسد.

۲- با وسایل اندازه‌گیری دما کار کند.

#### ۲-۱- مقدمه

مفهوم دما مستقیماً قابل درک است و گرمی و سردی یک جسم را بیان می‌کند. به‌طور طبیعی گرما فقط از دمای زیاد به طرف دمای کم جریان پیدا می‌کند و این در حالی است که عوامل دیگری در کار نباشد.

#### ۲-۲- مقیاس‌های دما

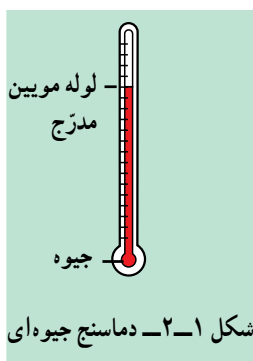
دو مقیاس رایج دما عبارت‌اند از: «سلسیوس» و «فارنهایت». این مقیاس‌ها بر مبنای انتخاب تعداد تقسیمات فاصله‌ی میان نقطه‌ی انجماد و نقطه‌ی جوش آب در فشار استاندارد است. مقیاس درجه‌ی سلسیوس در این فاصله ۱۰۰ قسمت است؛ در حالی که مقیاس درجه‌ی فارنهایت ۱۸۰ قسمت دارد.

نقطه‌ی جوش آب ۱۰۰ درجه‌ی سلسیوس یا ۲۱۲ درجه‌ی فارنهایت انتخاب شده است.

#### ۲-۳- وسایل اندازه‌گیری دما

##### ۲-۳-۱- دماسنج مایعی

دماسنج مایعی یکی از انواع رایج برای اندازه‌گیری دماست. حباب نسبتاً بزرگی در ناحیه‌ی پایین دماسنج قسمت عمده‌ی مایعی را دربر دارد که بر اثر حرارت دادن منبسط می‌شود و در لوله‌ی موئینی بالا می‌رود. این لوله با مقیاس مناسبی علامت‌گذاری شده است. در بالای لوله‌ی موئین حباب دیگری قرار دارد که هرگاه از گستره‌ی دمای دماسنج بالاتر برود از صدمه دیدن آن جلوگیری می‌کند. الکل و جیوه از مایعات بسیار رایج برای دماسنج هستند. دماسنج‌های جیوه‌ای به‌طور معمول تا حدود ۳۱۵ درجه‌ی سلسیوس (۶۰۰ درجه‌ی فارنهایت) کاربرد دارند. الکل این مزیت را داراست که ضریب انبساط آن از جیوه بیش‌تر است، اما به اندازه‌گیری دماهای پایین محدود است، زیرا در دماهای بالا



می جوشد و تبخیر می شود. از جیوه نمی توان در دماهای پایین تر از نقطه‌ی انجماد آن استفاده کرد. اندازه‌ی لوله‌ی موئین به حباب سنجش دما، مایع و گسترده‌ی مورد نیاز دماسنج بستگی دارد.

### فعالیت ۱:

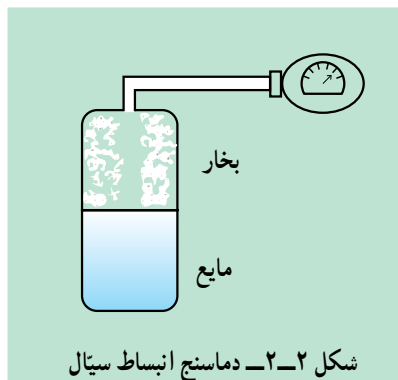
به وسیله‌ی یک لوله‌ی شیشه‌ای باریک و الکل یک دماسنج مایعی بسازید و آن را درجه بندی کنید.

### فعالیت ۲:

با انواع دماسنج‌های مایعی در آزمایشگاه کار شود و دمای خوانده شده به وسیله‌ی دماسنج‌های مختلف را با یکدیگر مقایسه کنید.

## ۲-۳-۲- دماسنج انبساط سیال

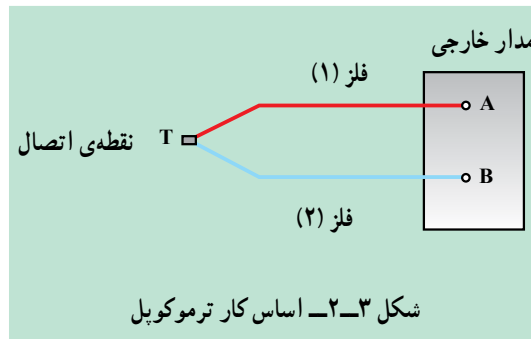
این دماسنج از انواع بسیار باصرفه، تطبیق پذیر و رایج اندازه‌گیری دما در صنعت است. در این دماسنج حبابی محتوی مایع، گاز یا بخار در محیط قرار داده می شود. این حباب از طریق یک لوله‌ی موئین به نوعی وسیله‌ی اندازه‌گیری فشار، نظیر فشارسنج بودن متصل است. افزایش دما موجب انبساط مایع یا گاز شده در نتیجه فشار افزایش می یابد؛ از این رو فشار معرف دما به شمار می آید. کل دستگاه (شامل حباب، لوله‌ی موئین و فشارسنج) را می توان به طور مستقیم بر حسب دما درجه بندی کرد. طول لوله‌های موئین در دماسنج‌های انبساط سیال گاهی به ۶۰ متر می رسد.



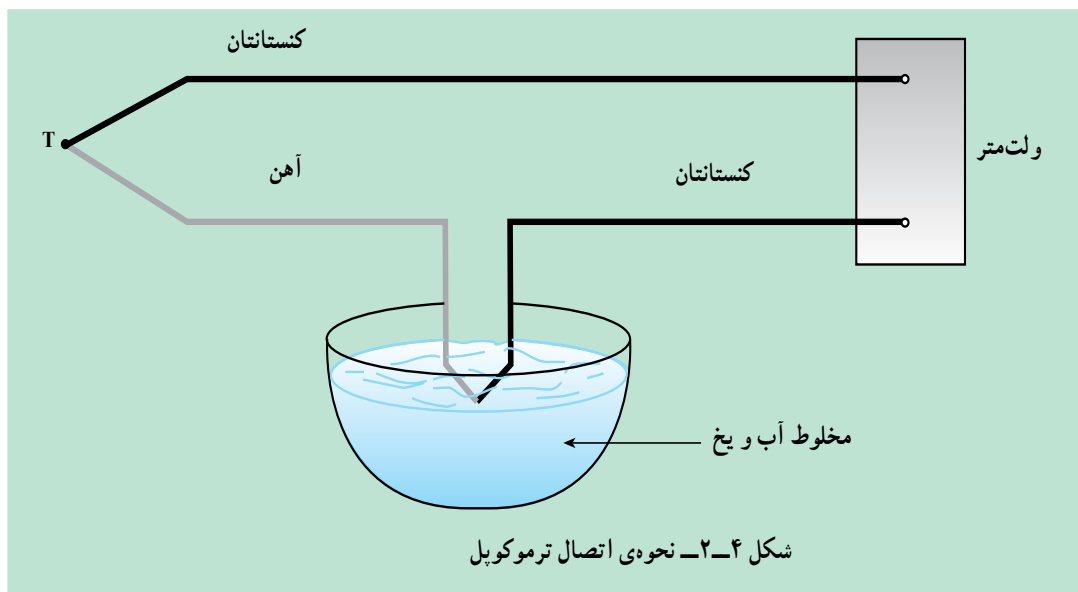
## ۲-۳-۳- ترموکوپل‌ها

مقدمه: اگر دو فلز مختلف را مطابق شکل ۲-۳ به هم وصل کنیم یک نیروی محرکه‌ی الکتریکی میان دو نقطه‌ی A و B به وجود می آید که تابع دمای نقطه‌ی اتصال است. اگر نیروی محرکه‌ی الکتریکی در نقطه‌ی اتصال دو فلز با دقت اندازه‌گیری شود، از این مطلب می توان برای اندازه‌گیری دما استفاده نمود.

در حقیقت، هر تغییری در درجه‌ی حرارت فلزات سبب جنبش الکترون در آنها می‌شود و با افزایش جنبش الکترونی، جریان الکتریسته تولید خواهد شد. با تقویت جریان الکتریکی تولید شده و تبدیل آن به انرژی مکانیکی و محاسبه‌ی کار انجام شده، میزان درجه‌ی حرارت را اندازه می‌گیرند و در حقیقت میزان مقایسه برای اندازه‌گیری دما یک ترموکوپل مرجع است.



**فعالیت:** با توجه به شکل زیر در مورد نحوه‌ی اتصال ترموکوپل و اندازه‌گیری دما تحقیق کنید.



#### ۴-۳-۲- انواع ترموکوپل‌های صنعتی

ترموکوپل‌های استفاده شده در صنعت که عموماً از آلیاژهای مس و آهن و یا کنستانتان هستند تا حدود ۱۰۰۰ درجه‌ی سلسیوس کاربرد دارند. به منظور دقت بیش‌تر در اندازه‌گیری، سیم ترموکوپل را کاملاً از جنس فلزها و آلیاژهای خود ترموکوپل انتخاب کنید. انواع متداول ترموکوپل مورد استفاده در صنعت، در جدول ۱-۲ نشان داده شده است.

جدول ۱-۲- انواع متداول ترموکوپل

نوع ترموکوپل		نوع هادی	نوع هادی
علامت اختصاری جدید	علامت اختصاری قدیم	ساق مثبت (.)	ساق منفی (.)
R	PR	آلیاژ پلاتین - ۱۳- رودیم	پلاتین
B	-	آلیاژ پلاتین - ۳۰- رودیم	پلاتین
S	-	آلیاژ پلاتین - ۱۰- رودیم	پلاتین
K	CA <sup>۱</sup>	کرومل <sup>۲</sup>	آلومل <sup>۱</sup>
E	CRC	کرومل	کنستانتان <sup>۳</sup>
J	IC	آهن	کنستانتان
T	CC	مس	کنستانتان

در جدول ۲-۲ محدوده‌ی استفاده از ترموکوپل‌ها در صنعت مشخص گردیده است.

جدول ۲-۲- محدوده‌ی دمایی استفاده از ترموکوپل‌ها

محدوده‌ی دمایی مورد استفاده	نوع	ترموکوپل
C ۲۶۰ تا C ۱۸۵ .	T	مس - کنستانتان
C ۷۶۰ تا C ۱۷ .	J	آهن - کنستانتان
C ۹۵۵ تا C ۱۸۵ .	E	کنستانتان - کرومل
C ۱۲۶۰ تا C ۳۱۵ .	K	آلومل - کرومل
C ۱۴۸۲ تا C ۷۶۰ .	R.S	پلاتین - آلیاژ پلاتینی رودیم
C ۱۶۵۰ تا C ۱۷ .	-	مولیبدن - رودیم

### ۵-۳-۲- دماسنج‌های دیجیتالی

امروزه استفاده از دماسنج‌های دیجیتالی مرسوم شده است که به وسیله‌ی «حس‌گر»<sup>۱</sup> دمای دستگاه را اندازه‌گیری می‌کنند. در این دماسنج‌ها به منبع تغذیه برای کار کردن دماسنج، نیاز است. معمولاً تا دمای ۱۷۰۰ درجه‌ی سلسیوس و بالاتر نیز کاربرد دارند. انواع این دماسنج‌ها در شکل ۲-۵ آمده است.

۱- Almel: آلیاژ نیکل و آلومینیوم

۳- Constanta : آلیاژ مس و نیکل

۲- Chromel: کروم

۴- Sensor

## ۴-۲- آزمایش: ساختن ترموکوپل

وسایل مورد نیاز

۱- دو عدد سیم ناهم جنس (مانند مس و کنستانتان).

۲- آمپرمتر.

روش کار

۱- دو سیم مس و کنستانتان را از یک سر به هم جوش دهید.

۲- محل اتصال دو سیم را در دمای مرجع (برای مثال مخلوط آب و یخ) بگذارید و

آمپر نشان داده شده را یادداشت نمایید.

۳- با اندازه گیری چند دما به راحتی می توان آمپرمتر را برحسب درجه ی سلسیوس

درجه بندی نمود.

به شکل ۴-۲ مراجعه نمایید.



شکل ۴-۵- انواع دماسنج های دیجیتالی

## خودآزمایی

- ۱- دماسنج انبساط سیال را شرح دهید.
- ۲- ترموکوپل چگونه دما را اندازه‌گیری می‌کند؟
- ۳- چگونه دقت ترموکوپل زیاد می‌شود؟
- ۴- نحوه‌ی اتصال ترموکوپل را با شکل شرح دهید.

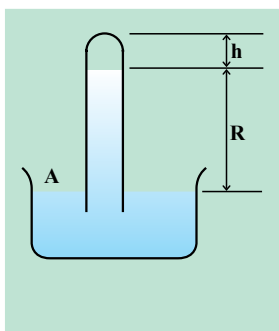
### دستگاه‌های اندازه‌گیری فشار

هدف‌های رفتاری: در پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود که:

- ۱- مفهوم فشار را توضیح دهد.
- ۲- وسایل اندازه‌گیری فشار را نام ببرد.
- ۳- با وسایل اندازه‌گیری فشار بتواند کار کند.

#### ۱-۳- مقدمه

نیروی عمودی وارد بر واحد سطح را «فشار» می‌نامند. ماهیت فشار در گازها و مایعات متفاوت است. در مایعات فواصل مولکول‌ها کم است و بدین ترتیب، مولکول‌ها قادرند نیروهایی را که به هر یک از آن‌ها وارد می‌شوند به مولکول‌های دیگر منتقل سازند به دیگر سخن، مولکول‌هایی که در عمق معینی از یک مایع ساکن قرار دارند می‌توانند نیروی ناشی از وزن مولکول‌های بالاتر را به قسمت‌های زیرین منتقل سازند؛ بنابراین، فشار در هر نقطه از یک مایع ساکن، از وزن ذرات مایعی ناشی می‌شود که در ارتفاع بالاتر از آن قرار دارند. به این فشار «فشار ستون سیال» گفته می‌شود.



شکل ۱-۳- بارومتر جیوه‌ای

در گازها فواصل مولکول‌ها به حدی است که عملاً مولکول‌ها مستقل از یکدیگرند؛ بنابراین، وزن یک مولکول گاز به مولکول دیگر منتقل نمی‌شود.

عامل فشار در گازها ناشی از ضربات مولکول‌های آن است که به یک سطح برخورد می‌کند؛ یعنی، فشار در هر نقطه از یک گاز ساکن، ناشی از تعداد ضرباتی است که مولکول‌های گاز در آن نقطه به واحد سطح اعمال می‌کنند.

خلاصه: فشار سیال، حاصل تبادل اندازه‌ی حرکت (جرم در سرعت) میان مولکول‌های سیال و دیواره‌ی ظرف است.

#### ۲-۳- وسایل اندازه‌گیری فشار

۱-۲-۳- دسته اول: دسته‌ای از فشارسنج‌ها، فشار را بر اساس ارتفاع مایع درون‌نشان، نشان می‌دهند مانند: بارومتر، پیزومتر، مانومتر.

##### الف- بارومتر جیوه‌ای

فشار محیط را معمولاً با بارومتر جیوه‌ای اندازه‌گیری می‌کنند. بارومتر ساختمان



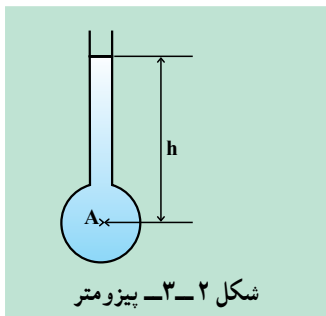
بسیار ساده‌ای دارد، که شامل یک لوله‌ی شیشه‌ای محتوی جیوه است که یک سر آن بسته و سرِ باز آن در ظرفی پر از جیوه غوطه‌ور است.

فضای بالای جیوه حاوی بخار جیوه است و اگر فشار بخار جیوه ( $h$ ) را برحسب میلی‌متر جیوه، و  $R$  را برحسب همین واحد در اختیار داشته باشیم فشار در نقطه‌ی  $A$  حاصل می‌شود. اگر ستون درجه‌بندی شده باشد مقدار  $R$  مبین فشار مطلق جو خواهد بود که در وضعیت استاندارد معادل  $760 \text{ mmHg}$  است (مقدار  $h$  بسیار ناچیز است).

### ب – پیزومتر<sup>۱</sup>

از ساده‌ترین انواع مانومتر، لوله‌ی شیشه‌ای است که به حالت قائم به فضای داخل مخزن ارتباط می‌یابد و هنگامی کاربرد دارد که فشار نسبی مایع از صفر بیش‌تر باشد. مایع درون لوله‌ی شیشه‌ای تا جایی که به حالت تعادل برسد بالا می‌آید. ارتفاع سیال در لوله‌ی قائم، مبین فشار نسبی موجود در مخزن است. از پیزومتر برای اندازه‌گیری فشار منفی و فشارهای خیلی بالا نمی‌توان استفاده کرد. برای اندازه‌گیری فشار از رابطه‌ی فشار ستون سیال استفاده می‌کنیم:

$$P_A = \rho \cdot g \cdot h$$



بر این اساس:

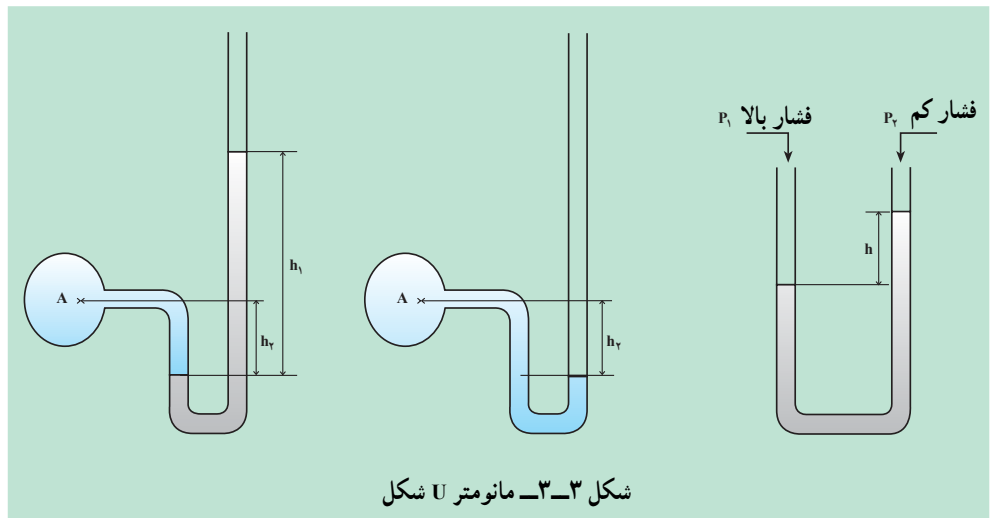
ارتفاع  $h$ ، شتاب جاذبه  $g$ ، چگالی  $\rho$

حاصل ضرب  $\rho g$  را « $\gamma$ » می‌نامیم؛ بنابراین، معادله حالت ساده‌تری پیدا می‌کند:

$$P_A = \gamma \times h$$

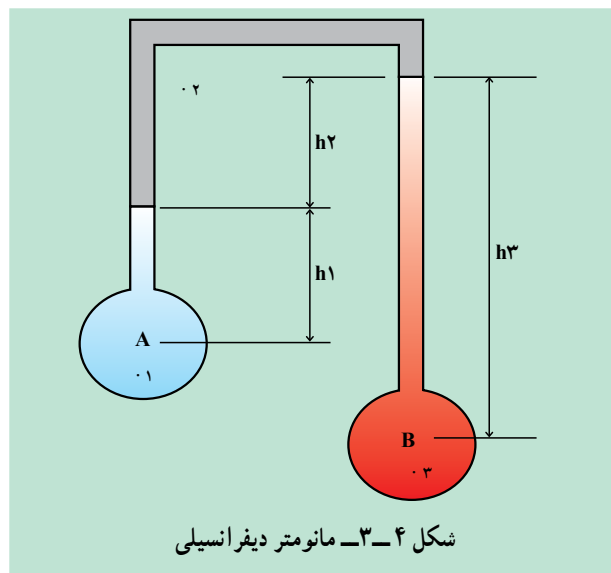
### ج – مانومتر $U$ شکل

پیزومترها فشار را در محدوده کوچکی اندازه‌گیری می‌کنند. به همین علت از مانومترهای  $U$  شکل برای اندازه‌گیری فشار استفاده می‌شود. این وسیله از یک لوله‌ی  $U$  شکل ساخته شده و درون آن از مایعی پر شده است که این مایع می‌تواند از نوع چگالی سبک مثل نفت سفید یا مایعی با چگالی بالا مانند جیوه باشد.



### د- مانومترهای دیفرانسیلی<sup>۱</sup>

مانومتر دیفرانسیلی، اختلاف فشار بین دو نقطه را مشخص می‌کند و زمانی استفاده می‌شود که نتوانیم فشار واقعی در هر نقطه از سیستم را محاسبه نماییم. همان‌گونه که در شکل ۳-۴ مشاهده می‌کنید اختلاف فشار بین دو نقطه‌ی A و B که معرف دو مخزن می‌باشد با یک مانومتر دیفرانسیلی قابل اندازه‌گیری است. باید توجه کرد که مایع داخل مانومتر و مایعات داخل مخازن، اولاً چگالی متفاوتی داشته باشند، ثانیاً غیرقابل اختلاط باشند.



### روش خواندن و محاسبه‌ی فشار در مانومترها

از یک نقطه‌مانند A شروع می‌کنیم؛ اگر به سمت پایین حرکت نماییم علامت فشار را «مثبت» گرفته اگر به سمت بالا برویم علامت فشار «منفی» خواهد شد تا به نقطه‌ی آخر

(B) همین روش را پی می‌گیریم؛ برای مثال، برای شکل ۳-۴ معادله‌ی فشار را می‌نویسیم:

$$P_A \cdot h_{1.1} \cdot h_{2.2} \cdot h_{3.3} \cdot P_B$$

$$\cdot P_A \cdot P_B \cdot h_{1.1} \cdot h_{2.2} \cdot h_{3.3}$$

مثال: اختلاف فشار میان نقاط A و B را که در شکل ۳-۵ نمایش داده شده است بدست آورید.

حل: همانطور که قبلاً گفته شد از یک نقطه مثل A شروع می‌کنیم و عملیات را انجام می‌دهیم، لذا نتیجه چنین خواهد شد:

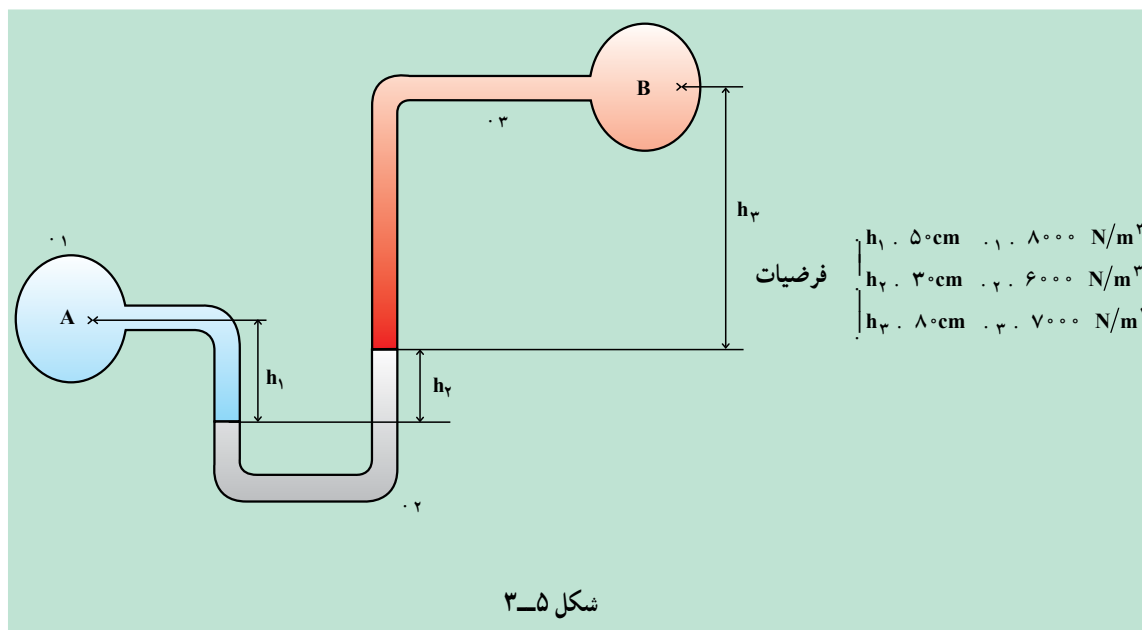
$$P_A \cdot h_{1.1} \cdot h_{2.2} \cdot h_{3.3} \cdot P_B$$

$$\cdot P_A \cdot P_B \cdot h_{3.3} \cdot h_{2.2} \cdot h_{1.1}$$

حال اعداد را جایگذاری می‌کنیم:

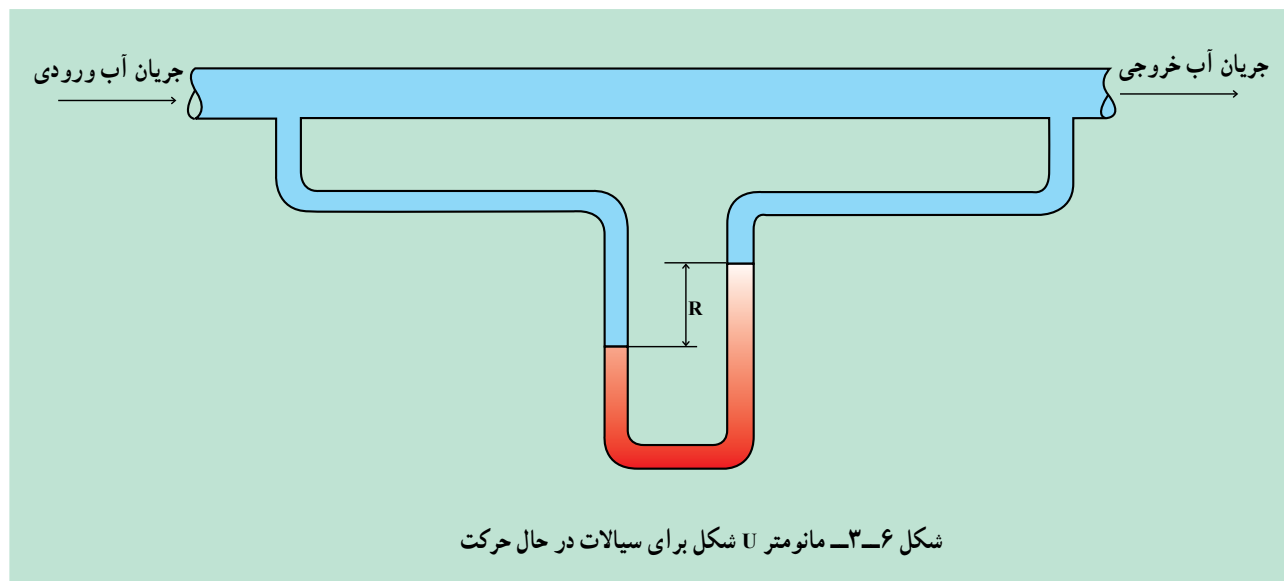
$$\cdot P \cdot (8 \cdot 10^{-1}) (7000) \cdot (3 \cdot 10^{-1}) (6000) \cdot$$

$$(5 \cdot 10^{-1}) (8000) \cdot 3400 \text{ Pa (پاسکال)}$$



## فعالیت ۱:

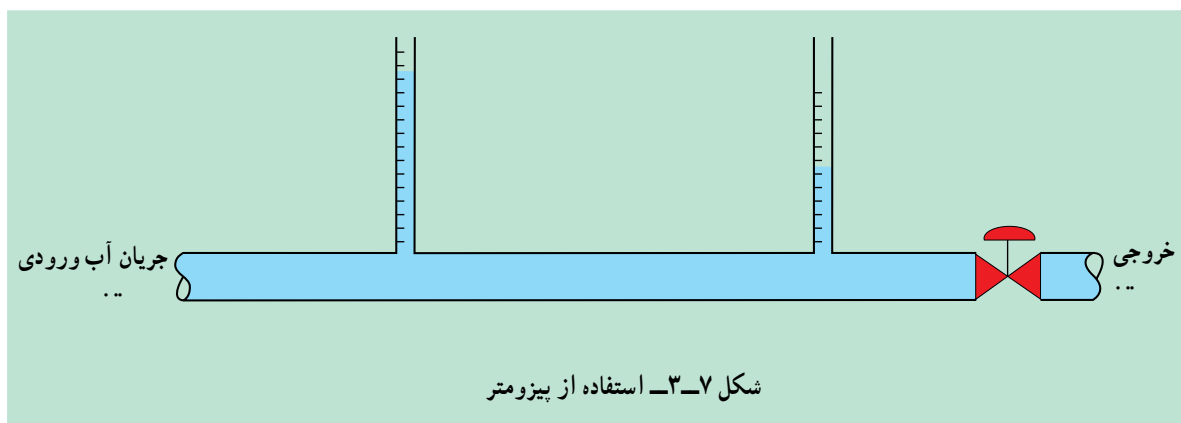
یک مانومتر U شکل بسازید و آن را روی یک خط لوله‌ای که سیال در آن جاری است، قرار دهید (شکل ۳-۶).



توجه کنید اختلاف فشار از طریق تفاضل سطح مایع موجود در مانومتر حاصل خواهد شد. این آزمایش را برای دبی‌های مختلف تکرار کنید و منحنی دبی را برحسب افت فشار رسم کنید.

## فعالیت ۲:

یک جفت لوله‌ی شیشه‌ای با قطر یکسان تهیه کنید و روی یک خط لوله با فاصله از یکدیگر وصل کنید (شکل ۳-۷).



دقت کنید که در حالت سکون اگر شیر جریان خروجی بسته باشد طبق قانون ظروف مرتبط، ارتفاع آب در هر دو لوله یکی است.

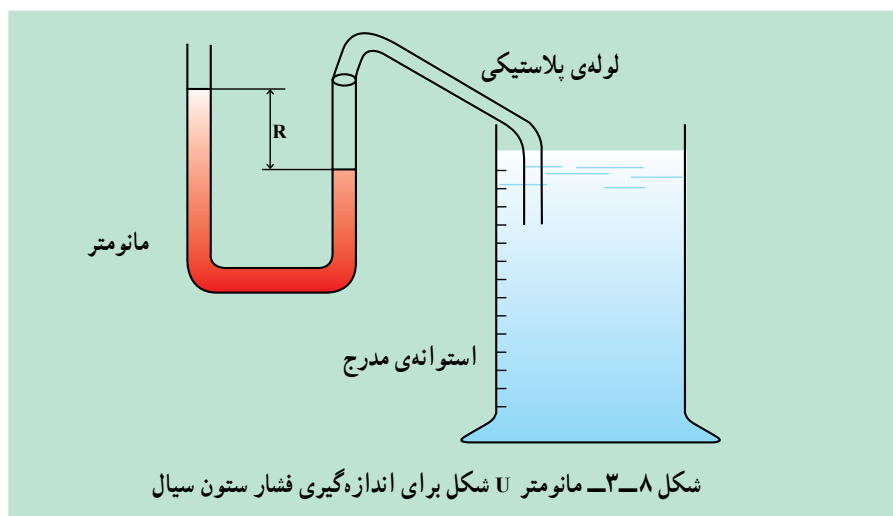
الف - شیر خروجی را باز کنید و در دبی‌های مختلف اختلاف ارتفاع بین سطوح مایع را در پیزومتر بخوانید و منحنی افت فشار را برحسب دبی رسم کنید.  
ب - از پیزومترهایی با قطرهای دیگر استفاده و آزمایش را تکرار کنید.

### فعالیت ۳:

مطابق شکل ۸-۳ از یک مانومتر U شکل استفاده کنید و فشار ستون سیال را در نقاط مختلف مخزن بدست آورید.

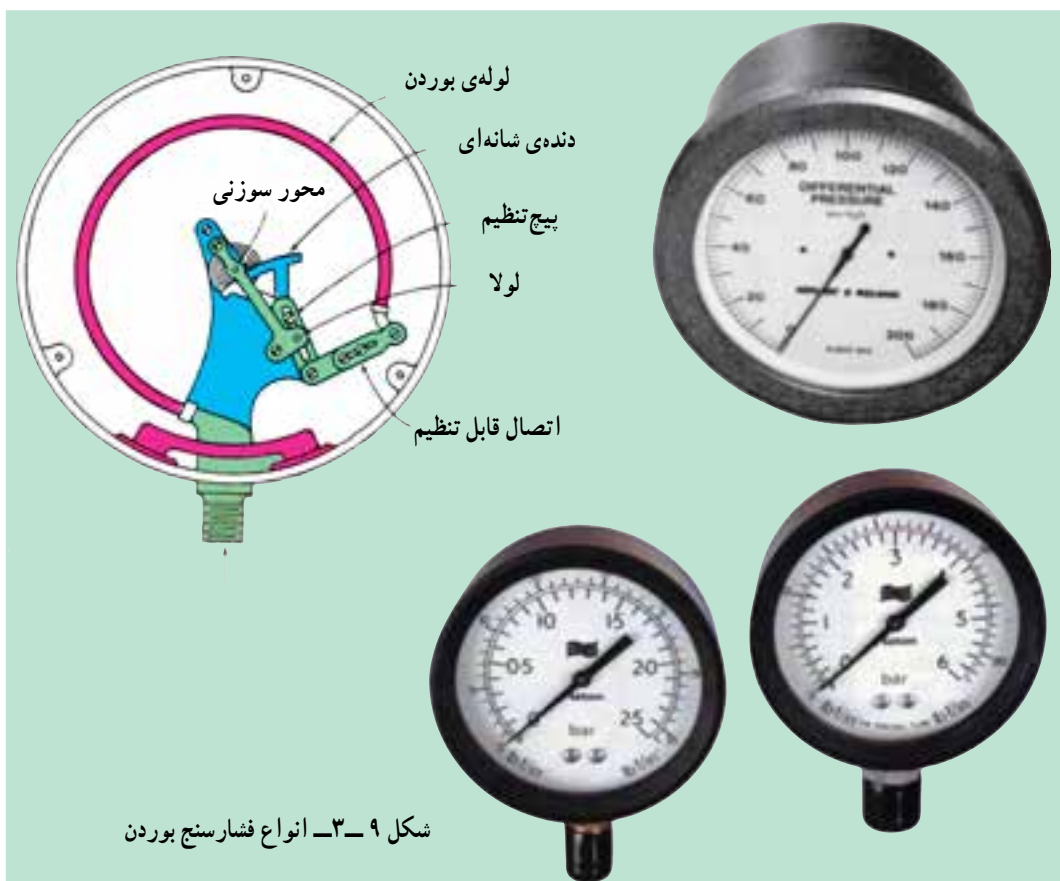
الف - با پایین آوردن لوله‌ی پلاستیکی در استوانه‌ی مدرج تغییرات ارتفاع مانومتر را یادداشت کنید و به وسیله‌ی آن فشار ستون سیال را در ارتفاعات متفاوت از سیال بدست آورید.

ب - همین آزمایش را در حالتی تکرار کنید که استوانه‌ی مدرج به صورت سرریسته باشد و نتایج را با قسمت الف مقایسه کنید.



### ۲-۲-۳- فشارسنج بوردن

فشارسنج‌های لوله‌ی بوردن هنگامی کاربرد وسیعی دارند که اندازه‌گیری ارزان قیمت فشار نسبی مورد نیاز باشد. این فشارسنج‌ها به صورت تجارتي و در اندازه‌های مختلف با قطرهای ۱ تا ۱۶ اینچ و با دقت‌های گوناگون موجود هستند. لوله‌ی بوردن به شکل C و مقطع آن معمولاً بیضی شکل است. وقتی فشار در داخل لوله اعمال می‌شود یک تغییر الاستیک حاصل می‌شود که در حالت مطلوب متناسب با فشار است. انتهای فشارسنج به یک اتصال تحت نیروی فنر متصل است که جا به جایی را تقویت نموده آن را به چرخش زاویه‌ای عقربه تبدیل می‌کند.



شکل ۹-۳- انواع فشارسنج بوردن

#### فعالیت ۴:

یک فشارسنج بوردن را باز کرده و اجزای آن را شناسایی کنید و سپس عملکرد آن را توضیح دهید.

#### ۳-۲-۳- فشارسنج‌های دیجیتالی

از انواع متداول فشارسنج‌هایی که اخیراً کاربردهای فراوانی پیدا کرده‌اند می‌توان به فشارسنج‌های دیجیتالی اشاره کرد. با این فشارسنج‌ها می‌توان فشار تا ۱۰ بار<sup>۱</sup> را اندازه گرفت. این نوع فشارسنج، دارای یک منبع تغذیه (باتری) است. که معمولاً در وضعیت دمایی صفر تا ۵۰ C کاربرد دارد. در شکل ۱۰-۳ یک نمونه از این فشارسنج‌ها را مشاهده می‌کنید.

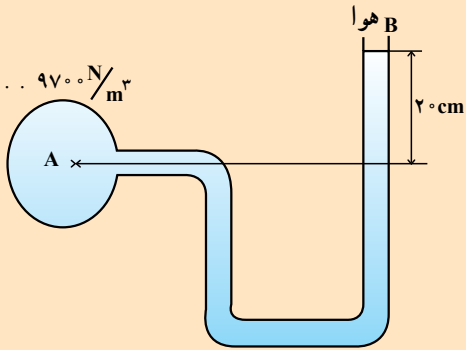


شکل ۱۰-۳- فشارسنج دیجیتالی

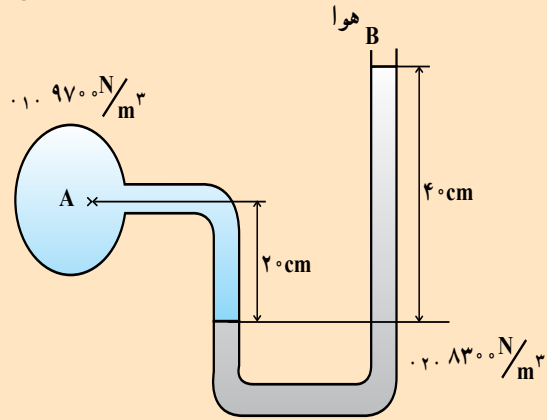
<sup>۱</sup>- Bar

## خودآزمایی

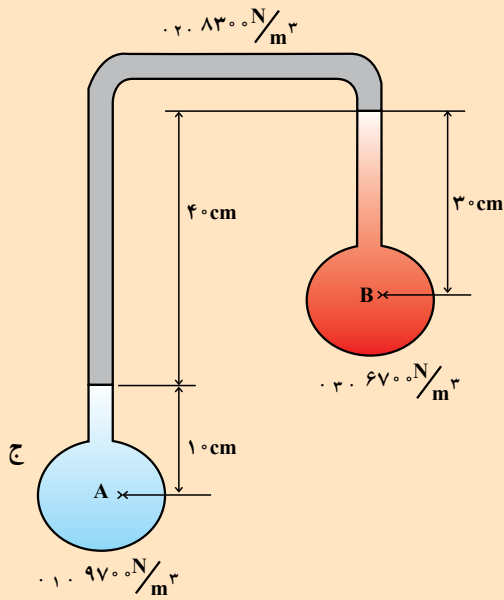
- ۱- عامل فشار در گازها و مایعات را معرفی کنید.
- ۲- وسایل اندازه‌گیری فشار را نام ببرید.
- ۳- مانومتر U شکل چگونه فشار را محاسبه می‌کند؟
- ۴- چه هنگام از مانومتر دیفرانسیلی استفاده می‌شود؟
- ۵- فشارسنج بوردن را شرح دهید؟
- ۶- اختلاف فشار بین نقاط A و B را برای اشکال زیر محاسبه نمایید.



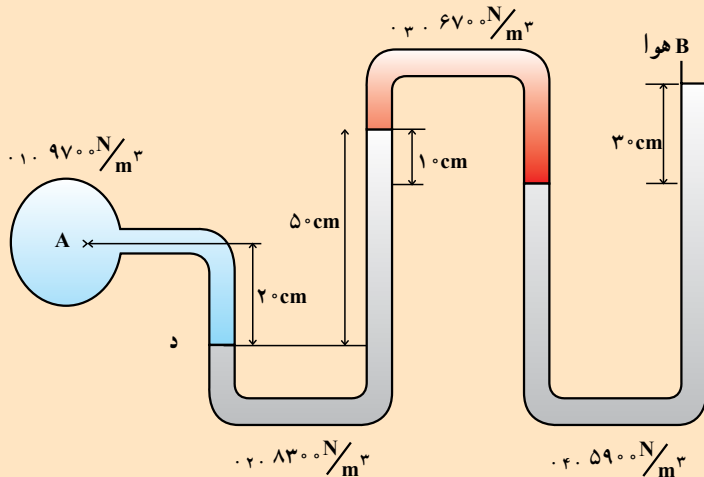
الف



ب



ج



د