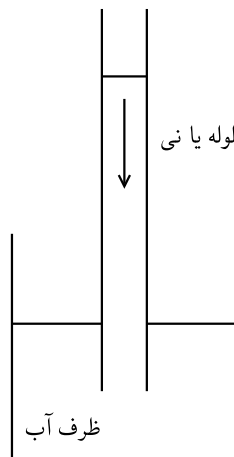
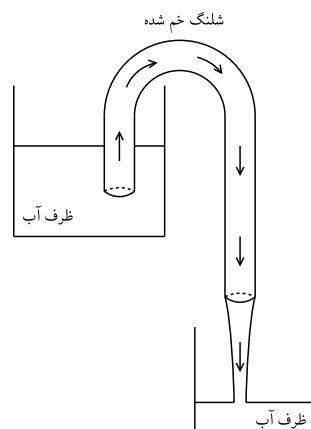


سیفون

همه ما دیده‌ایم هنگام نوشیدن یک مایع با نی صاف، وقتی مکیدن را متوقف می‌کنیم مایع از نی به ظرف بر می‌گردد، به عبارت دیگر ارتفاع مایع داخل نی با مایع داخل ظرف هم‌سطح می‌شود (شکل ۱). حالا اگر به جای نی از یک شیلنگ استفاده کنیم و آن را به گونه‌ای خم کنیم که انتهای شیلنگ بالای سطح مایع نباشد (شکل ۲)، در آن صورت مایع به ظرف بر نخواهد گشت، و برعکس آن از ظرف به داخل شیلنگ رفته و از انتهای آن که پایین‌تر است خارج می‌شود. به این وسیله (پدیده) سیفون می‌گویند. از این وسیله برای تخلیه سدها، آبیاری مزارع و فلاش تانک‌های دستشویی استفاده می‌شود. در قدیم هم از این روش برای بیرون کشیدن بنزین از باک خودروها استفاده می‌شد.



شکل ۱: سطح مایع داخل یک نی یا یک لوله که به صورت عمودی داخل مایع قرار دارد. با سطح مایع داخل ظرف هم‌سطح می‌شود.



شکل ۲: شکل نمادین از یک سیفون. همان طور که دقت می‌کنید انتهای شیلنگ در ارتفاع پایین‌تری قرار دارد و به همین دلیل آب از انتهای شیلنگ بیرون آمده و ظرف سمت چپ تخلیه می‌شود.

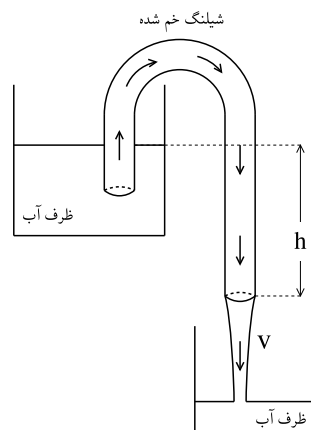
مدل و نظریه

در این آزمایش قرار است تا ما فیزیک این وسیله را پیدا کنیم. قبل از شروع آزمایش‌ها می‌خواهیم به این مسائل فکر کنید.

- در این پدیده مهم‌ترین کمیت که علاقه داریم رفتار آن را نسبت به تغییر متغیرهای دیگر بدانیم چیست؟
- کمیت‌های دخیل در این مسأله چه چیزهایی هستند، یعنی فکر می‌کنید چه کمیت‌هایی اثر بخش هستند؟
- چگونه کمیت‌ها را اندازه‌گیری کنیم؟
- چگونه آزمایش کنیم؟

روش آزمایش

در این قسمت آزمایش، ما می‌خواهیم رابطه بین سرعت آب بیرون رونده از شیلنگ را بر حسب اختلاف ارتفاع انتها و ابتدای شیلنگ پیدا کنیم (شکل ۳).



شکل ۳: کمیت‌هایی که در قسمت اول اندازه‌گیری می‌کنید.

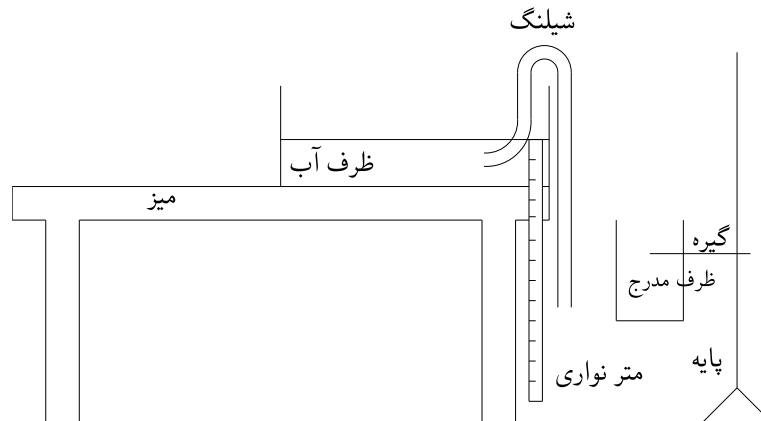
دو شیلنگ در اختیار گروهتان قرار گرفته است. با استفاده از متر نواری طول این دو شیلنگ را اندازه‌گیری کرده و مقدار طول آن‌ها را در جدول ۱ بنویسید. علاوه بر این قطر این شیلنگ‌ها را با استفاده از خطکش یا کولیس (ترجیحا) اندازه‌گیری نمایید.

طول شیلنگ ۱ (کوتاه)	طول شیلنگ ۲ (بلند)	قطر داخلی شیلنگ‌ها

جدول ۱: ابعاد شیلنگ‌ها

برای انجام آزمایش داخل ظرف بزرگ آب بریزید (اسراف نکنید، لازم نیست عمق آب داخل ظرف بیشتر از ۱۰ سانتی‌متر باشد). ظرف را روی میز قرار دهید. توجه کنید که ارتفاع ظرف باید حداقل ۱ متر باشد. در صورتی که ارتفاع میزتان پایین است، با استفاده از خلاقیتتان ظرف را بالاتر ببرید!

با استفاده از چسب نواری، متر نواری را به ظرف بچسبانید به گونه‌ای که صفر متر با سطح آب داخل ظرف هم‌سطح باشد. توجه کنید که متر نواری باید آزادانه از ظرف آویزان باشد (شکل ۴).



شکل ۴: شکل چیدمان آزمایش

شیلنگ ۱ (کوتاه) را برداشته و سر آن آن را داخل ظرف آب قرار دهید. با استفاده از چسب نواری شیلنگ را به دیواره ظرف بچسبانید. توجه کنید سر شیلنگ به گونه‌ای داخل آب باشد تا آب بتواند به راحتی از این سر شیلنگ وارد یا خارج شود. برای این کار می‌توانید قسمت سر شیلنگ را مماس به کف ظرف بگذارید یا سر شیلنگ را نسبت به کف ظرف با فاصله قرار دهید. اگر لوله را به صورت عمود روی کف ظرف بگذارید، آب از جای تنگی باید وارد شیلنگ شده که باعث ایجاد خطای زیادی در آزمایش می‌شود.

حالا ظرف مدرج یک لیتری را توسط گیره چنگکی، پایین‌تر از سطح آب داخل مخزن قرار دهید. فرد دیگری شیلنگ را از انتها میک بزند تا شیلنگ پر از آب شده و آب از آن بیرون آمده و به داخل ظرف مدرج بریزد. چند ثانیه مکث کنید تا مطمئن شوید داخل شیلنگ هوایی نمانده و پر از آب است. در این مرحله شست خود را محکم در انتهای شیلنگ بگذارید تا جریان آب متوقف شود. ظرف مدرج را خالی کنید تا برای اندازه‌گیری آماده شوید.

انتهای شیلنگ پر از آب - که انتهایش را با شست خود گرفته‌اید - را در ارتفاع مشخصی از سطح آب مخزن قرار

دهید (جدول ۲). ظرف مدرج را کمی پایین‌تر از شیلنگ قرار دهید (شیلنگ نباید داخل ظرف بیفتد). فرد دیگری با زمان‌سنج خود آماده اندازه‌گیری شود. انتهای شیلنگ را رها کرده و زمان‌سنج را شروع کنید. زمان را وقتی که آب ظرف ۱ لیتری پر می‌شود (سطح آب به درجه روی ظرف می‌رسد) متوقف کنید. در واقع شما زمان خروج ۱ لیتر آب از سیفون را اندازه‌گیری کرده‌اید. این آزمایش را برای هر ارتفاع ۳ بار تکرار نموده و نتایج زمان‌های اندازه‌گیری شده را در جدول ۲ یادداشت کنید. میانگین سه زمان را در هر ارتفاع گرفته و آن را وارد جدول نمایید.

نرخ خروج آب Φ (مقدار حجم خارج شده در واحد زمان) از تقسیم حجم خارج شده بر زمان خروج به دست می‌آید. ظرف مدرج شما یک لیتری (1000cm^3) است. بنا بر این برای به دست آوردن Φ باید 1000cm^3 را بر میانگین زمان خروج آب تقسیم کنید. این محاسبات را انجام داده و نتایج را در جدول ۲ یادداشت کنید.

ما نیاز داریم تا سرعت آب را به دست بیاوریم. برای این کار باید نرخ آب Φ را بر سطح مقطع شیلنگ تقسیم کنیم. در انتخاب واحدها دقت کنید تا سرعت را بر حسب $\frac{\text{cm}}{\text{s}}$ به دست بیاورید. نتایج مربوط به سرعت سیال را در جدول ۲ وارد کنید. در نهایت هم سرعت را از $\frac{\text{cm}}{\text{s}}$ به $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ تبدیل کرده و در جدول وارد نمایید.

$v/\frac{\text{m}}{\text{s}}$	$v/\frac{\text{cm}}{\text{s}}$	$\Phi/\frac{\text{cm}^3}{\text{s}}$	\bar{t}/s	t_3/s	t_2/s	t_1/s	h/m
							۰/۲
							۰/۳
							۰/۵
							۰/۷
							۰/۹

جدول ۲: اندازه‌گیری سرعت خروج آب بر حسب اختلاف سطح مایع برای شیلنگ ۱ (کوتاه)

تحلیل نتایج

ابتدا به سوالات زیر پاسخ دهید.

- فکر می‌کنید چه چیزی سرعت خروج آب v بر حسب ارتفاع h را تعیین می‌کند؟
- آیا می‌توانید این رابطه را به طور تحلیلی (ریاضی) بنویسید؟

اگر نتوانستید جواب سوال‌های بالا را بدهید، به این فکر کنید که آیا آب داخل شیلنگ هم سقوط آزاد می‌کند؟

بر اساس رابطه‌ای که حدس می‌زنید انتظار داریم توانی از v با h متناسب باشد. در این صورت با رسم نمودار v^n (n توان است) بر حسب h ما یک خط خواهیم داشت. شیب این خط اطلاعاتی راجع به شتاب جاذبه زمین $g \approx 10 \frac{m}{s^2}$ به ما می‌دهد.

نمودار v^2 بر حسب h را رسم کنید. با خطکش خطی رسم کنید که به نقاط نزدیک باشد و رفتار کلی نقاط را نشان دهد. شیب این خط را پیدا کرده و مقدار آن را یادداشت نمایید. از شیب این خط بر اساس رابطه تحلیل خود، g را محاسبه نمایید.

حیرت کردید؟! این جا چه خبره؟!

با اعضای گروه خود صحبت کنید و ببینید چرا g تا این حد کم به دست آمده است.

به نظر می‌آید که اصطکاک سیال با شیلنگ انرژی را هدر می‌دهد و برای همین سرعت خروج آب از شیلنگ پایین‌تر از انتظار ما است و طبیعتاً g به شدت کوچک به دست می‌آید. در این بخش ما می‌خواهیم مطمئن شویم که اصطکاک عامل این مشکلات است.

• اصطکاک آب داخل لوله به چه عواملی مرتبط است؟

• طول لوله چگونه در اصطکاک مؤثر است؟

• سرعت چه طور؟

• آزمایشی طراحی کنید تا بتوانیم نشان دهیم این اختلاف نتایج با نظریه ما ناشی از اصطکاک است.

اگر در مورد سوال‌های بالا بحث کردید، آزمایش مرحله قبل را این بار با شیلنگ ۲ (بلند) انجام دهید. نتایج خود را در جدول ۳ یادداشت نمایید.

$v/m/s$	$v/cm/s$	$\Phi/cm^3/s$	\bar{t}/s	t_3/s	t_2/s	t_1/s	h/m
							۰/۲
							۰/۳
							۰/۵
							۰/۷
							۰/۹

جدول ۳: اندازه‌گیری سرعت خروج آب بر حسب اختلاف سطح مایع برای شیلنگ ۲ (بلند)

نمودار v^2 بر حسب h را در کاغذ قبلی رسم کنید. به نقاط جدید خطی برازش کنید که به نقاط نزدیک باشد. حالا شما در نمودار خود دو خط دارید. ما می‌خواهیم اختلاف ارتفاع لوله بلند و کوتاه را برای سرعت یکسانی به دست بیاوریم. چرا که انتظار داریم اتلاف در واحد طول شیلنگ به سرعت مرتبط باشد و برای مقایسه دو طول مختلف باید سرعت‌ها را برابر بگیریم. برای این کار باید یک خط افقی در نمودار رسم کنید تا هر دو خط را قطع کند. خط افقی نشان‌دهنده یک سرعت مشخص است. نقاط تقاطع ارتفاع و این سرعت را نشان می‌دهند. یعنی مختصه افقی هر نقطه ارتفاع و مختصه عمودی آن سرعت را نشان می‌دهد. بر این اساس شما دو ارتفاع و یک سرعت (برای هر دو شیلنگ) به دست می‌آورید. سرعت مشترک آب را با v نشان می‌دهیم. ارتفاع شیلنگ ۱ با سرعت آب v را با h_1 و ارتفاع شیلنگ ۲ را با سرعت آب v هم با h_2 نشان می‌دهیم. این کمیت‌ها را در جدول ۴ وارد کنید. توجه کنید که سرعت باید در هر دو شیلنگ برابر باشد.

$e_f = u - k$	$k = \frac{1}{4}\rho v^2$	$u = \rho gh$	$v^2 / \frac{m^2}{s^2}$	h/m	
					شیلنگ ۱
					شیلنگ ۲

جدول ۴: ارتفاع شیلنگ ۱ و ۲ در سرعت برابر

حالا با تفریق انرژی پتانسیل آب در واحد حجم u با انرژی جنبشی در واحد حجم آن هنگام خروج k میزان اتلاف انرژی در واحد حجم e_f را برای شیلنگ بلند و کوتاه به دست بیاورید. توجه کنید که چگالی آب $\rho = 1000 \frac{kg}{m^3}$ است. آیا نسبت e_f شلنگ کوتاه و بلند بر اساس انتظار ما است؟ چه قدر خطا داریم؟ آیا این خطا معقول است. آزمایش تمام شد. اما می‌توانید به سوالات زیر فکر کنید:

- آیا سرعت آب خارج شده از سیفون تنها به اختلاف ارتفاع و اصطکاک مربوط است
- شکل رابطه اتلاف انرژی اصطکاکی با سرعت چگونه است؟
- این اتلاف به کمیت‌های دیگر چگونه بستگی دارد؟
- اگر لوله تا شدگی یا انحنای شدید داشته باشد در سرعت آب خارج شده تأثیری دارد؟
- اگر جنس مایع را تغییر دهیم اصطکاک چگونه تغییر می‌کند؟ چه کمیت‌هایی هستند که در خواص سیال مؤثرند؟