

# بهر فر فشار و آتار آن

## فصل ۸



آب جمع شده در پشت سد، فشار زیادی به آن وارد می کند. آیا می دانید چرا هرچه از تاج سد به پایه آن نزدیک می شویم، ضخامت دیواره آن افزایش می یابد؟ با انجام دادن آزمایش کنید صفحه ۵۷، درک بهتری برای پاسخ به این پرسش پیدا خواهید کرد.

هوایی که تنفس می کنیم، آبی که از دوش حمام فرو می ریزد و از آن برای استحمام استفاده می کنیم، کفشی که می پوشیم، تشکی که روی آن استراحت می کنیم همگی به نوعی با مفهوم فشار ارتباط دارند. در این فصل پس از آشنایی با تعریف فشار، شناخت بهتری از پدیده هایی از این دست، به دست می آورید.

زیرا در قسمت های پایین سد به دلیل افزایش عمق فشار بیشتری به دیواره ی سد وارد می شود، پس آن را قطورتر می سازند تا نشکند

زیرا در اثر فشار ناشی از وزن ما کفشها در برف فرو می رود ولی وقتی با چوب اسکی روی برف راه میرویم چون مساحت آن بیشتر است

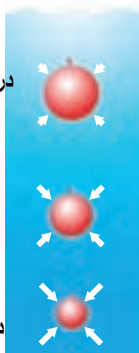
فشار کم تری بر برف وارد می شود

## فشار در زندگی روزمره

سوال: ؟

چرا وقتی با کفش های معمولی روی برف راه می روید، کفش هایتان در آن فرو می روند، اما اگر چوب اسکی (برف سُرّه) به پا داشته باشید، کمتر در برف، فرو می روید (شکل ۱- الف)؟ چرا ابعاد پنجره هواپیما کوچک تر از پنجره اتوبوس است (شکل ۱- ب)؟ چرا اندازه بادکنک پر از هوا، وقتی از ته استخر آب به بالا می آید بزرگ تر می شود (شکل ۱- پ)؟ چرا در ته کفش بازیکنان فوتبال، تعدادی گل میخ وجود دارد (شکل ۱- ت)؟ چرا برای اتصال قطعه های چوبی، افزون بر پیچ و مهره، از واشر نیز استفاده می شود (شکل ۱- ث)؟ چرا پونز با کمی تلاش درون چوب یا دیوار فرو می رود (شکل ۱- ج)؟

در این فصل می کوشیم تا با معرفی مفهوم فشار، به شما کمک کنیم تا شناخت بهتری برای بیان دلیل برخی از پدیده هایی به دست آورید که در زندگی روزمره با آنها مواجه می شوید.



پنجره ی هواپیما را کوچک می سازند

تا نیروی کم تر به آنها وارد شود



ب



سطح چوب اسکی زیاد است و

در برف فرو نمی رود

الف



سطح کفش کم است و

در برف فرو می رود

در ته آب فشار

زیاد است

پ



ج

نوک تیز پونز سطح کمتر و فشار

بیشتری دارد و بهتر در چوب

فرو می رود

واشر باعث افزایش سطح

و کاهش فشار می شود

ث

وجود گل میخ در کفش باعث

فشار بیشتر و جلوگیری از سُر

خوردن بازیکن می شود

ت



شکل ۱

## نیرو و فشار

هرچند در گفت و گوهای روزمره، واژه های نیرو و فشار را در موارد زیادی به جای یکدیگر به کار می بریم ولی در علوم هرکدام از آنها، تعریف معینی دارند. در علوم فشار را به صورت اندازه نیرو تقسیم بر سطحی که به آن نیرو وارد می شود تعریف می کنند یعنی:

تعریف علمی فشار چیست؟

$$\text{فرمول محاسبه ی فشار چیست؟} \rightarrow \text{فشار} = \frac{\text{نیرو}}{\text{سطح}} \quad \text{یا} \quad P = \frac{F}{A} \quad (1)$$

یکای فشار پاسکال (Pa) است به طوری که هر پاسکال، هم‌ارز با یک نیوتون بر متر مربع ( $1\text{N/m}^2$ ) است. رابطه (۱) نشان می‌دهد هرگاه نیروی معینی را به دو سطح متفاوت وارد کنیم، فشار نیز متفاوت خواهد بود (شکل ۲).

**مفهوم این دو شکل چیست؟**

با کاهش مساحت سطح  
فشار زیاد می‌شود  
ولی با افزایش مساحت  
سطح فشار کم می‌شود

اگر نیرویی روی یک  
سطح کوچک متمرکز  
شود فشار بزرگی ایجاد  
می‌شود.



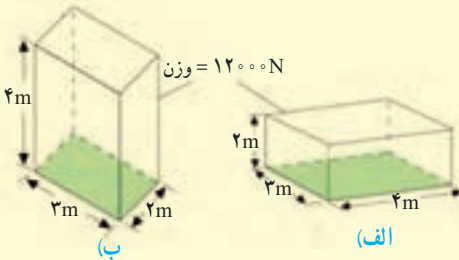
اگر نیرویی روی یک سطح  
بزرگ توزیع شود فشار کوچک  
ایجاد می‌کند.

شکل ۲

ابتدا خودتان سوال را حل کنید  
و پاسخ خود را با پاسخ کتاب

مقایسه کنید

مثال:



قطعه‌ای به وزن  $12000\text{N}$  نیوتون را مطابق شکل‌های الف و ب از دو وجه آن، روی سطح افقی صافی قرار داده‌ایم. فشار وارد شده از طرف قطعه به سطح را در هر یک از دو حالت، به طور جداگانه حساب کنید.

**حل:** سطح تماس قطعه با سطح زمین در حالت (الف) برابر است با:

$$\text{سطح} = 2\text{m} \times 4\text{m} = 8\text{m}^2$$

نیرویی که قطعه بر سطح زمین وارد می‌کند، برابر وزن قطعه است. بنابراین با توجه به تعریف فشار داریم:

$$\text{فشار} = \frac{\text{نیرو}}{\text{سطح}} = \frac{12000\text{N}}{8\text{m}^2} = 1500\text{Pa}$$

به طور مشابه در حالت (ب) داریم:

$$\text{فشار} = \frac{\text{نیرو}}{\text{سطح}} = \frac{12000\text{N}}{4\text{m}^2} = 3000\text{Pa}$$

همان‌طور که انتظار داشتیم با کاهش سطح، فشار افزایش یافته است.

## خود را بیازمایید

برای تحمل وزن یک ساختمان، دیوارهای آن را روی پایه‌های بتونی، می‌سازند. در شکل زیر، دو نوع پایه متفاوت که معماران در این مورد به کار می‌برند، نشان داده شده است.

الف) اگر سطح کل پایه نواری، نصف سطح پایه یک پارچه باشد، در این صورت فشاری را که از طرف

**فشار پایه ی نواری دو برابر پایه ی یک پارچه است**



دیوارهای ساختمان به هریک از دو پایه وارد می شود باهم مقایسه کنید.

ب) برای ساختن ساختمان روی زمین نرم، کدام یک از پایه‌های نشان داده شده، مناسب تر است؟ علت انتخاب خود را توضیح دهید.

بایه یک پارچه

بایه نواری

**پایه ی یکپارچه زیرا مساحت آن بیشتر و فشار کمتری به زمین نرم وارد می کند و در آن فرو نمی رود**

## فکر کنید



زیرا مساحت نردبان بیشتر از کفش است و فشار کمتری به یخ وارد می شود و نمی شکند

۱- یکی از توصیه‌هایی که همواره باید جدی بگیریم، این است که روی سطح یک استخر یخ‌زده یا دریاچه یخ‌زده راه نرویم زیرا فشاری که وزن ما ایجاد می کند، ممکن است برای شکستن یخ کافی باشد. با توجه به تعریف فشار توضیح دهید چرا امدادگر از یک نردبان بزرگ برای حرکت روی سطح یک دریاچه یخ‌زده، استفاده کرده است.

۲- چرا گرفتن پونز بین دو انگشت و فشردن آن می تواند سبب آسیب رساندن به یکی از انگشت‌ها شود (شکل روبه‌رو)؟



**زیرا یک طرف پونز که نوک تیز دارد سطح آن کوچک و فشار بیشتر نسبت به سطح پهن دارد**

## فعالیت

ابتدا جرم خود را به کمک ترازو اندازه بگیرید و وزن خود را حساب کنید. سپس سطح تماس

$$50 \times 10 = 500$$

کفشی که پوشیده‌اید را با زمین اندازه بگیرید. سرانجام به کمک رابطه (۱):

$$500 : 40 = 12.5 \text{ N/CM}^2$$

الف) فشاری که پاهای شما به زمین وارد می کنند را به دست آورید.

ب) اگر روی یک پای خود بایستید چه فشاری به زمین وارد می کنید؟

**ب) در این صورت فشار بیشتری بر زمین وارد می کنیم**

آیا می دانید



بلز پاسکال (۱۶۶۲-۱۶۴۳) ریاضیدان، فیزیکدان و فیلسوف فرانسوی، هنوز سه سال بیشتر نداشت که مادرش را از دست داد و تحت آموزش پدرش قرار گرفت. در ۱۹ سالگی کار روی ساخت اولین ماشین حساب مکانیکی را شروع کرد و تا سه سال پس از آن ۲۰ نمونه کامل شده از این ماشین حساب‌ها را ساخت. پاسکال با وجود اینکه فقط ۳۹ سال زندگی کرد، خدمات زیادی به پیشرفت ریاضی و علوم نمود. یکای فشار به افتخار او، پاسکال (Pa) انتخاب شده است.

فشار در مایع‌ها



شکل ۳

وقتی یکی از انگشتان خود را جلوی آبی که از شیلنگ بیرون می‌آید بگیرید، فشار آب را احساس می‌کنید (شکل ۳). همچنین وقتی به قسمت عمیق استخری بروید فشار آب را روی بدن و به خصوص پرده گوش خود احساس می‌کنید. برای آشنایی با برخی از عوامل مؤثر در فشار مایع‌ها، ابتدا آزمایش زیر را انجام دهید.

آزمایش کنید

هدف: بررسی فشار در مایع‌ها

وسایل و مواد لازم: بطری آب (۱/۵ و ۲ لیتری)، پایه (مثلاً یک یا دو قطعه آجر)، یک ظرف نسبتاً بزرگ، نوار چسب کاغذی

روش اجرا:

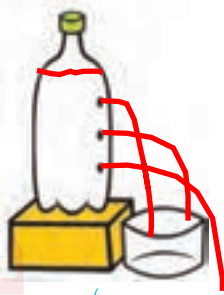
۱- مطابق شکل سه سوراخ کوچک در بطری ۱/۵ لیتری ایجاد کنید و سوراخ‌ها را با نوار چسب کاغذی بپوشانید.

۲- بطری را از آب پر کنید و ظرف خالی را زیر آن قرار دهید.

۳- مسیری را که پیش‌بینی می‌کنید فوران‌های آب از سوراخ‌های ایجاد شده روی بطری طی می‌کنند روی



چون سوراخ پایین در عمق بیشتری نسبت به سطح آب قرار دارد فشار آب خروجی در نقطه‌ی پایین از بقیه بیشتر است



(ب)

شکل (ب) رسم و استدلال خود را بیان کنید.  
۴- درپوش بطری را باز کنید و نوارچسب کاغذی را به آرامی از آن جدا کنید. نتیجه مشاهده خود را با آنچه روی شکل (ب) رسم کردید مقایسه کنید.

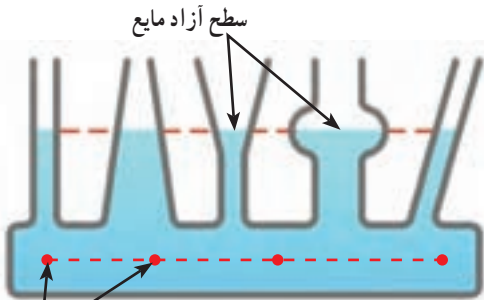


(ب)

۵- مطابق شکل (ب) آزمایش را با دو بطری ۱/۵ و ۲ لیتری انجام دهید. توجه کنید که سوراخ‌ها را به طور مشابه و در ارتفاع یکسان روی هر دو بطری ایجاد کنید. همچنین سطح آب در هر دو بطری مساوی باشد.

۶- با توجه به نتایج آزمایش‌های شکل (الف) و (ب) توضیح دهید فشار درون مایع چگونه با افزایش عمق تغییر می‌کند.

مشاهده می‌کنیم که فشار به شکل ظرف بستگی ندارد و فقط به ارتفاع مایع بستگی دارد

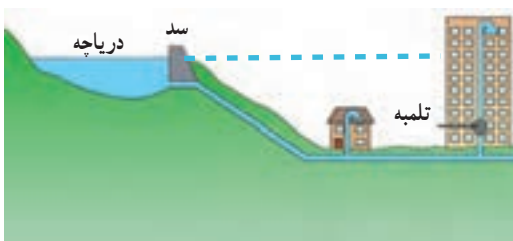


شکل ۴- هرچند لوله‌ها شکل و حجم متفاوتی دارند ولی فشار مایع در نقاط هم تراز یکسان است. نقاط هم تراز

سطح آزاد مایع: همان‌طور که با انجام آزمایش کنید بالا دیدید فشار مایع در یک عمق مشخص از سطح مایع، بدون توجه به اندازه بطری‌ها، یکسان است. برای بررسی بیشتر این موضوع، ظرف‌های مرتبط شکل ۴ را ببینید. اگر مایعی درون یکی از آنها بریزید، مایع در ظرف‌های مختلف جریان می‌یابد تا اینکه سطح آزاد مایع در تمامی ظروف یکسان شود.

از آزمایش ظرف‌های مرتبط چه نتیجه‌ای می‌گیریم؟

### فکر کنید



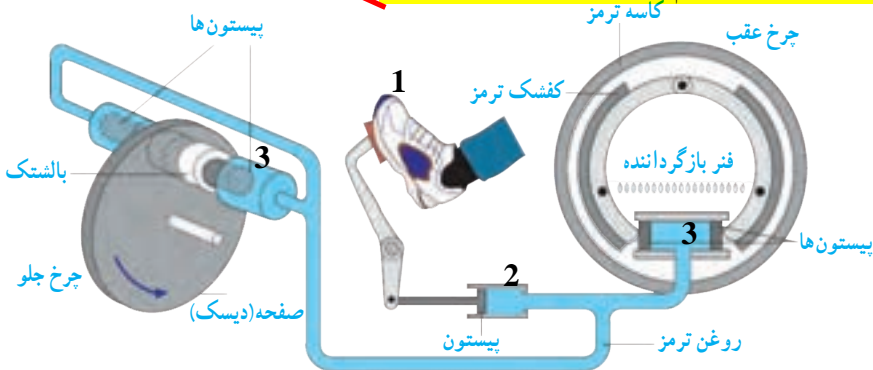
شکل روبه‌رو طرحی از سامانه آب‌رسانی یک منطقه مسکونی را نشان می‌دهد. با توجه به آنچه تاکنون در این فصل فراگرفته‌اید، نقش تلمبه (پمپ) را در ساختمان چندین طبقه توضیح دهید.

با توجه به سطح آب سد، اگر خطی مثل نقطه چین به ساختمان وصل کنیم مشاهده می‌کنیم آب تا طبقه‌ی هشتم ساختمان می‌رسد و برای آب‌رسانی به دو طبقه‌ی آخر باید از پمپ استفاده کرد

## اصل پاسکال را توضیح دهید

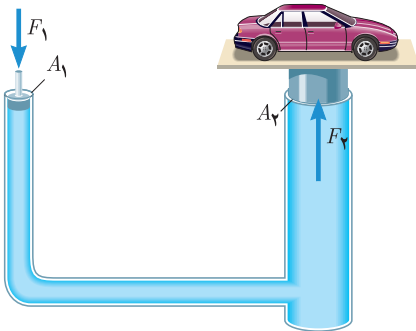
**اصل پاسکال:** یکی از مهم‌ترین ویژگی‌ها درباره فشار مایع‌ها این است که اگر بر بخشی از مایع که درون ظرفی محصور است فشار وارد کنیم این فشار، بدون ضعیف شدن به بخش‌های دیگر مایع و دیواره‌های ظرف منتقل می‌شود. این ویژگی مایع‌ها، **اصل پاسکال** نامیده می‌شود. شکل ۵ اجزای تشکیل دهنده ترمز هیدرولیکی خودرو را نشان می‌دهد که بر مبنای اصل پاسکال کار می‌کند. وقتی راننده پدال ترمز را فشار می‌دهد، این فشار توسط روغن ترمز به پیستون‌ها، کفشک‌ها و بالشتک‌ها منتقل می‌شود. کفشک‌ها به کاسه ترمز عقب و بالشتک‌ها به صفحه‌ای که به چرخ جلو متصل است نیرو وارد کرده و سرانجام سرعت خودرو کاهش می‌یابد.

طرز کار ترمز اتومبیل را توضیح دهید



شکل ۵- کاربرد اصل پاسکال در ترمزهای هیدرولیکی از روی شکل

## فکر کنید



شکل ۶ طرحی ساده از یک بالابر هیدرولیکی را نشان می‌دهد که معمولاً در تعمیرگاه‌های خودرو از آن استفاده می‌کنند. این بالابرها براساس اصل پاسکال کار می‌کنند و رابطه زیر در محل پیستون‌های آن برقرار است:

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

**این معادله نشان می‌دهد که فشار در دو پیستون با هم برابر است**

شکل ۶- طرح ساده شده‌ای از یک بالابر هیدرولیکی

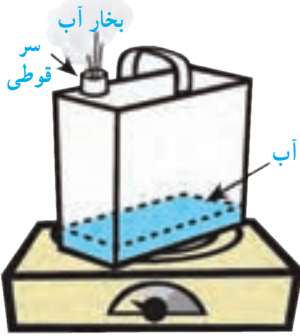
چرا وقتی توپی را زیاد باد می‌کنیم می‌ترکد؟

## فشار در گازها

برای شما نیز ممکن است بارها اتفاق افتاده باشد که هرگاه بیش از حد مجاز، هوا را به درون بادکنکی دمیده باشید بادکنک ترکیده باشد. این تجربه ساده نشان می‌دهد که گازها نیز مانند مایع‌ها فشار وارد می‌کنند.

## چگونه با انجام آزمایشی می توانید نشان دهید که هوا فشار دارد؟

### آزمایش کنید



هدف: بررسی آثار فشار هوا (۱)

وسایل و مواد لازم: قوطی حلبی، منبع گرما

روش اجرا:

۱- کمی آب درون قوطی بریزید و آن را روی منبع گرما قرار دهید.

۲- مدتی (حدود ۲ الی ۳ دقیقه) صبر کنید تا مقداری بخار آب از سر قوطی خارج شود.

۳- با احتیاط قوطی را از روی منبع گرما بردارید. سر قوطی را با درب محکم ببندید (مراقب انگشت‌های خود باشید!).

۴- پیش‌بینی کنید پس از سرد شدن قوطی، چه اتفاقی می‌افتد. استدلال خود را برای این پیش‌بینی

بیان کنید **قوطی در اثر فشار هوا مچاله می‌شود. زیرا با حرارت دادن مقداری از هوای داخل قوطی خارج می‌شود**

۵- چند دقیقه صبر کنید تا قوطی خنک شود. مشاهده خود را بیان کنید. توضیح دهید که آیا نتیجه آزمایش با پیش‌بینی شما سازگار است. **بله درست بود**

### فعالیت



یک نی را مطابق شکل (الف) داخل یک بطری محتوی آب قرار دهید. درحالی که یک طرف نی درون بطری قرار دارد مطابق شکل (ب) دهانهٔ بطری را با لب‌های خود به‌طور کامل بگیرید و درون بطری بدمید. آنچه را مشاهده می‌کنید، با توجه به آثار فشار هوا و همچنین

**با دمیدن به سطح آب داخل بطری فشار وارد می‌شود و مایع از طریق نی خارج می‌شود**

**هوا تا چه ارتفاعی بالای زمین است؟**

اطراف کرهٔ زمین و تا ارتفاع صدها کیلومتر بالاتر از سطح زمین، هوا وجود دارد. شکل ۷ یک ستون فرضی از مولکول‌های هوا را نشان

می‌دهد. هرچه از سطح زمین بالاتر رویم فشار هوا کمتر می‌شود. به همین دلیل فشار هوا در مناطق کوهستانی کمتر از فشار هوا در مناطق ساحلی است. فشار هوا در زندگی روزمره ما اثرهای فراوانی دارد. برای مثال وقتی می‌خواهید ابمیوه درون یک قوطی را به کمک نی

بنوشید از آثار فشار هوا استفاده می‌کنید.

**اگر از سطح زمین به بالا برویم فشار هوا چه تغییری می‌کند؟**

**هر چه از سطح زمین به بالا برویم چگالی هوا کمتر و رقیق‌تر می‌شود**

شکل ۷- هوا در سطح زمین متراکم‌تر از ارتفاع‌های بالاتر است.

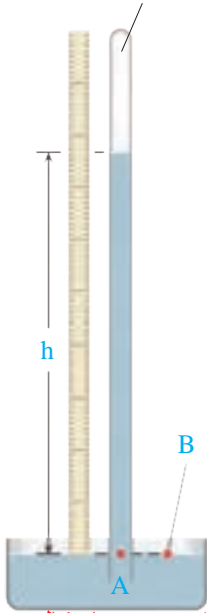


مثالهایی از کاربرد فشار هوا در زندگی بیان کنید  
نوشتن نوشابه با نی، جارو برقی، کشیدن مایع یوسیله سرنگ



## آیا می دانید

این قسمت تقریباً چیزی وجود ندارد و خلا است.



با استفاده از این واقعیت که فشار در نقاط هم تراز یک مایع یکسان است، می توان فشارسنج ساده ای ساخت که برای اندازه گیری فشار هوا به کار رود. شکل روبه رو یک فشارسنج ساده جیوه ای را نشان می دهد. یک لوله شیشه ای به طول حدود ۸۰ تا ۱۰۰ سانتی متر، که یک سر آن بسته است را انتخاب می کنیم. لوله را پر از جیوه کرده و پس از خارج کردن هوای درون جیوه، با انگشت دهانه آن را می بندیم. سپس آن را وارونه کرده و به طور قائم در یک ظرف جیوه فرو می بریم. با برداشتن انگشت، مشاهده می کنیم که سطح جیوه در لوله تا آنجا پایین می آید که فشار در نقطه A برابر فشار هوا در نقطه B شود. ارتفاع ستون جیوه (h) معیاری از فشار هوا در محل آزمایش است. این ارتفاع در سطح دریا حدود ۷۶ سانتی متر است.

توریچلی (۱۶۴۷-۱۶۰۸ میلادی)، فیزیکدان ایتالیایی، نخستین کسی بود که با انجام این آزمایش ساده، نشان داد که هوا فشار دارد. وی همچنین با اندازه گیری ارتفاع ستون جیوه توانست فشار هوا را در کنار دریا و بالای کوه اندازه گیری کند. (هشدار: جیوه و بخار آن سمی است. توصیه می شود این آزمایش فقط در آزمایشگاه و با رعایت استانداردهای لازم انجام شود.)

با اندازه گیری ارتفاع جیوه و با فرمول زیر می توان فشار هوای هر منطقه را بر حسب پاسکال حساب کرد

$$\text{فشار هوا} = \frac{\text{ارتفاع جیوه} \times 9/8 \times 13600}{\text{متر}}$$

## آزمایشی کنید

هدف: بررسی آثار فشار هوا (۲)

وسایل و مواد لازم: بطری شیشه ای، درپوش تک سوراخه و درپوش دو سوراخه، قیف و ظرف

محتوی آب

روش اجرا:

کمی آب وارد بطری می شود و سپس متوقف می شود



۱- پیش بینی کنید با ریختن آب درون قیف شکل الف چه اتفاقی می افتد. استدلال خود را بیان کنید.

۲- اکنون آزمایش کنید. مطابق شکل الف به آرامی آب را درون قیف بریزید. چه اتفاقی می افتد؟ به دقت مشاهده کنید و

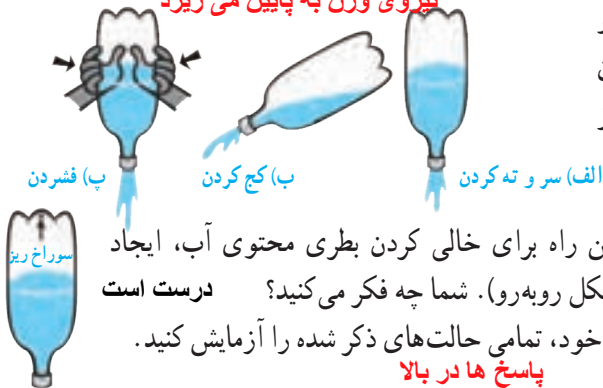
سعی کنید آنچه را که اتفاق می افتد توضیح دهید. کمی آب وارد بطری می شود

۳- اگر به جای درپوش تک سوراخه، از درپوش دو سوراخه استفاده کنیم (شکل ب)، پیش بینی کنید چه اتفاقی می افتد.

۴- آزمایش را به کمک درپوش دو سوراخه انجام دهید و سعی کنید آنچه را که اتفاق می افتد توضیح دهید.

الف) با سر و ته کردن فشار هوا مانع خروج آب از بطری می شود  
 ب) کج کردن تا حدودی بهتر است اما چون آب به طرف پایین و جریان هوا به درون بطری است و جهت حرکت آنها مخالف است آب به خوبی پایین نمی رود ج) فشرده کردن قسمتی از آب را به سرعت به بیرون می ریزد ولی به سرعت متوقف می شود

**فکر کنید** د) با سوراخ کردن ته بطری فشار هوا در پایین و بالای بطری یکسان می شود و مایع در اثر نیروی وزن به پایین می ریزد



با توجه به شکل های روبه رو سریع ترین راه برای خالی کردن یک بطری پلاستیکی که تا نیمه از آب پر شده، کدام است؟

دانش آموزی می گوید سریع ترین راه برای خالی کردن بطری محتوی آب، ایجاد سوراخی ریز در ته آن است (شکل روبه رو). شما چه فکر می کنید؟ درست است برای بررسی درستی پاسخی خود، تمامی حالت های ذکر شده را آزمایش کنید.  
**پاسخ ها در بالا**

**فعالیت**



در علوم سال هفتم با نحوه کار شش ها آشنا شدید. همانطور که دیدید آنها شبیه بادکنک، داخل حفره سینه ما پر و خالی می شوند. اما چه چیزی باعث پر و خالی شدن آنها می شود؟ نقش فشار هوا در این خصوص چیست؟ شما می توانید پاسخ این پرسش ها را با ساختن مدلی از شش، مورد بررسی قرار دهید (شکل روبه رو).

وقتی ورقه ی لاستیکی را پایین می کشیم فشار درون بادکنک ها کم تر از فشار هوا می شود و هوا وارد بادکنک می شود. اما وقتی لاستیک را رها می کنیم، فشار درون بادکنک بیشتر از فشار هوا می شود و در نتیجه هوا به بیرون رانده می شود

**آیا می دانید**

یکی از معروف ترین آزمایش های مربوط به فشار هوا را اوتو فون گریکه، شهردار یکی از شهرهای آلمان و مخترع پمپ خلأ در سال ۱۶۵۴ میلادی انجام داد. فون گریکه دو نیمکره با قطری حدود ۵۰ سانتی متر را، کنار هم گذاشت تا کره ای تشکیل دهند. او اتصال های هوا بندی شده را با یک واشر چرمی آغشته به روغن درست کرد. وقتی با پمپ خلأ کره را از هوا تخلیه کرد، مطابق شکل حتی دو گروه اسب نیز نتوانستند دو نیمکره را از هم جدا کنند!

**فعالیت جالب برای درک فشار هوا**

