

فصل ٩

# الكتريسيته



## هدف کلی پیامد محور

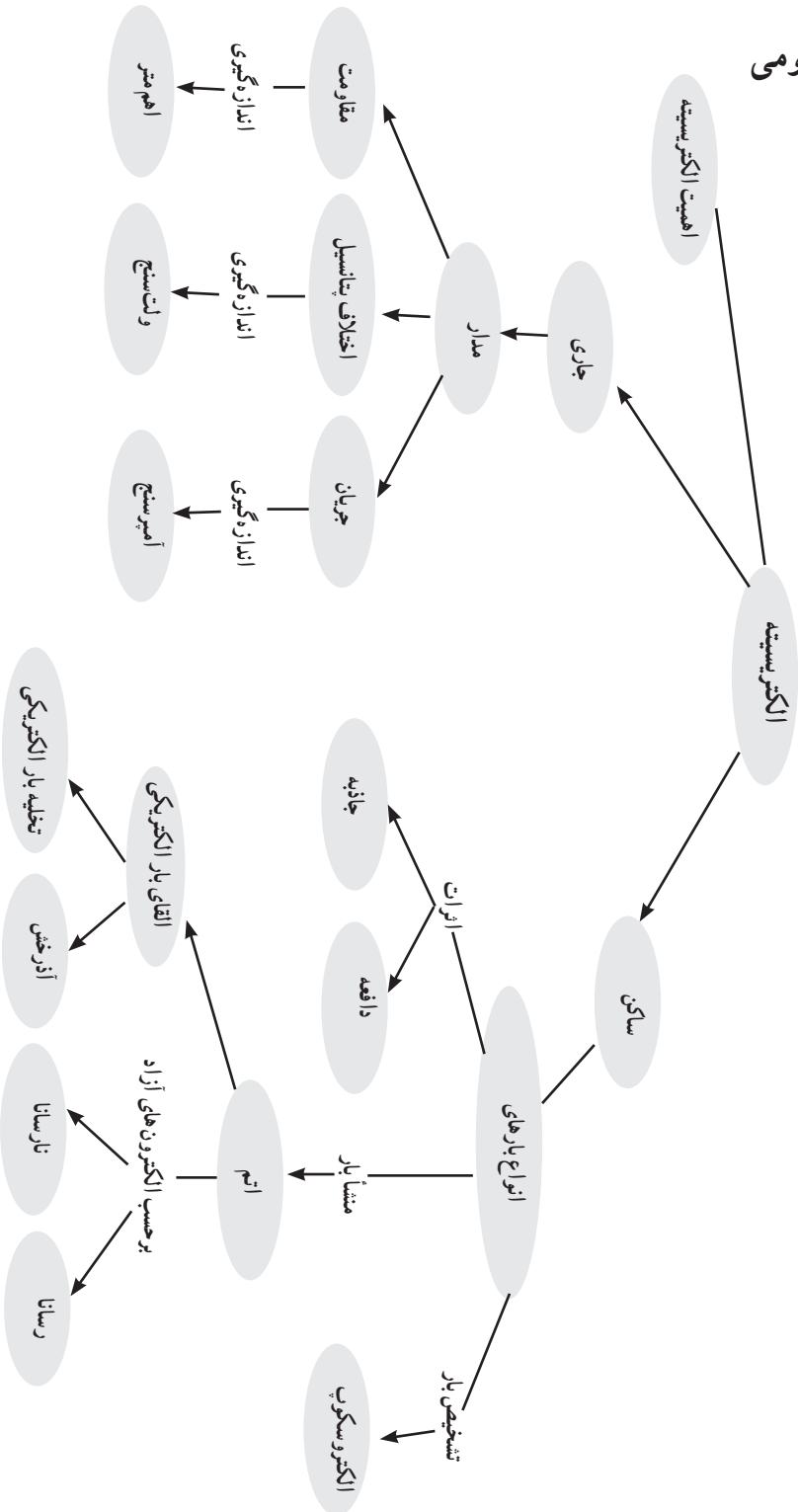
در پایان این فصل، دانش آموزان می‌توانند:

- ۱- با الکتریسیته و برخی از قوانین آن آشنا می‌شوند و به نقش و اهمیت آن در زندگی روزمره بی‌می‌برند.
- ۲- بیشتر از قبل اصول ایمنی و استفاده مناسب از ابزارهای الکتریکی را رعایت می‌کنند.

## فصل در یک نگاه

در این فصل اهمیت الکتریسیته و نقش بی‌بدیل آن در زندگی روزمره توضیح داده می‌شود. انواع بارهای الکتریکی و اثر بارها بر یکدیگر توسط دانش آموز باز کشف می‌شود و دانش آموز با الکتروسکوپ و کار کردن با آن برای تشخیص جسم باردار و نوع بار آشنا می‌شود. از مدل اتمی برای توضیح اینکه چگونه یک جسم باردار می‌شود، استفاده می‌کنیم. جسم‌ها از نظر رسانش الکتریکی به دو دسته تقسیم‌بندی می‌شوند و روش القای بار الکتریکی یعنی باردار شدن یک جسم بدون تماس توسط آزمایش انجام می‌شود. آذرخش و تخلیه الکتریکی به روش القای بار بیان می‌شود و در ادامه مدار الکتریکی، نقش باتری در مدار، مفهوم اختلاف پتانسیل، جریان الکتریکی و مقاومت الکتریکی مطرح شده و اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل، جریان الکتریکی و مقاومت الکتریکی توسط دانش آموزان انجام می‌شود. یکی از هدف‌های مهم این درس ایجاد این نگرش است که آشنایی با علوم تجربی، زندگی ما را بهبود می‌بخشد و سطح رفاه و آسایش ما را بالا می‌برد.

# نقشه مفهومی



## اهداف فصل

دانش آموزان در پایان این فصل، می توانند :

- ۱- با سه روش مالش، تماس و القا در جسم، بار الکتریکی ایجاد کنند.
- ۲- اثر بارها بر یکدیگر را بیان کنند.
- ۳- توسط الکتروسکوپ، باردار بودن جسم و نوع بار را تشخیص دهند.
- ۴- بر اساس مدل اتمی توضیح دهند چگونه در جسم بار الکتریکی ایجاد می شود.
- ۵- علت جذب یک جسم بدون بار توسط جسم باردار را توضیح دهند.
- ۶- فرق رسانا و نارسانای الکتریکی را بر اساس الکترون آزاد توضیح دهند.
- ۷- علت پدیده آذرخش و تخلیه الکتریکی را درک کنند.
- ۸- مفهوم اختلاف پتانسیل الکتریکی را توضیح دهند.
- ۹- در یک مدار ساده اختلاف پتانسیل، شدت جریان و مقاومت الکتریکی را اندازه گیری کنند.
- ۱۰- در یک مدار ساده، جریان الکتریکی را محاسبه کنند.

## توصیه هایی برای ایجاد انگیزه

شاید هیچ چیز مهم تر از ایجاد انگیزه برای شروع تدریس و درگیر کردن دانش آموزان با موضوع درس وجود نداشته باشد؛ یکی از روش های مرسوم ایجاد انگیزه مرتبط کردن موضوع درسی با زندگی روزمره دانش آموزان است. در ابتدای این فصل با بررسی اهمیت و اصول و مفاهیم الکتریسیته و نقش آن در زندگی امروزی سعی دارد ارتباط بین موضوع درسی و زندگی را مرور کند. شاید بهتر باشد قبل از شروع درس از دانش آموزان بخواهیم که در مورد وسایل الکتریکی و الکترونیکی و به طور کلی نقش وسایل الکتریکی در زندگی امروزی بحث و گفت و گو کنند و نتیجه آن را به کلاس گزارش کنند.

تصویر برخی از وسایل الکتریکی که آورده شده است به منظور توجه دانش آموزان به وابستگی زندگی امروزی آنها با وسایل الکتریکی است. دانش آموزان در کتاب علوم ششم و در فصل ورزش و نیروی (۲) تا حدودی با نیروی الکتریکی و اثر جسم باردار بر اجسام دیگر آشنا شده اند و آزمایش های ساده ای با بادکنک و وسیله های باردار انجام داده اند.

توجه:

۱- معمولاً چسباندن بادکنک باردار به سقف آسان تر از چسباندن آن به دیوار است (البته از

قسمتی که مالش داده شده) این موضوع را امتحان کنید.

۲- قبل از انجام هر آزمایش یا فعالیتی در کلاس، حتماً آن را قبلاً خودتان انجام دهید تا با شرایط انجام آزمایش و مشکلات احتمالی آن آشنا شوید و بتوانید آنها را برطرف کنید. برخی از آزمایش‌ها با اندکی تغییر شرایط و وضعیت قابل اجرا نیستند. مثلاً آزمایش‌های الکتریسیته در محیط‌های مرطوب دچار اختلال می‌شوند و اگر در آزمایشگاه یا کلاس کولر آبی روشن باشد، درصد رطوبت بالا رفته و انجام آزمایش‌ها را دچار مشکل می‌کند یا در کلاس یا آزمایشگاهی که در و پنجره‌های آن بسته است، هوای بازدم دانش‌آموزان محیط را مرطوب می‌کند و انجام آزمایش‌های الکتریسیته را دچار مشکل می‌کند.



پاسخ مورد انتظار برای این فعالیت در اینجا که ابتدای فصل است بسیار ساده است. اما وقتی دانش‌آموزان یادگیری فصل را کامل کردند می‌توان پاسخ‌های کامل‌تری را از آنها انتظار داشت. مثلاً پاسخ بند (ب) با بیان اینکه چون شانه باردار شده است و موها را جذب می‌کند، قابل قبول نخواهد بود اما در این مرحله همین پاسخ قابل قبول است.

## آزمایش کنید صفحه ۷۷

هدف این آزمایش باردار کردن جسم به روش مالش و معرفی دو نوع بار الکتریکی است. لازم به یادآوری است می‌توانید برای باردار کردن بادکنک به جای استفاده از پارچه پشمی از موهای خشک و تمیز سر نیز استفاده کنید.

توجه کنید این آزمایش را می‌توانید توسط میله پلاستیکی و تلق‌های شفاف (جلد جزوه‌های دستی) انجام دهید، در این حالت اثر تلق روی براده‌های کاغذ بسیار قوی ظاهر می‌شود.



نام گذاری بارهای الکتریکی: نام گذاری بارهای الکتریکی به نام‌های مثبت و منفی را اولین بار بنیامین فرانکلین (۱۷۰۶ الی ۱۷۹۰ میلادی) دانشمند و مخترع آمریکایی به کار برده است. فرانکلین اعتقاد داشت در اثر مالش، الکتریسیته ایجاد نمی‌شود؛ بلکه الکتریسیته در اثر مالش از یک جسم به

جسم دیگر منتقل می‌شود. واژه‌های بار و باتری را او در فرهنگ الکتریسیته وارد کرد. او در پی انجام آزمایشی که بعدها به آزمایش بادبادک مشهور شد، نشان داد که ابرها بار الکتریکی دارند و آذرخش نتیجه تخلیه الکتریکی است و در پی آن برق‌گیر را اختراع کرد.

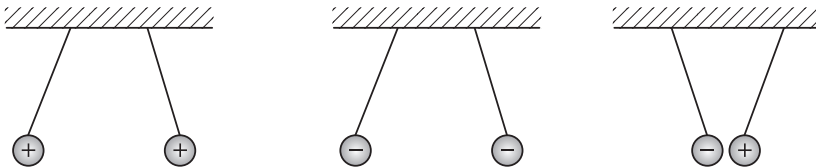
## آزمایش صفحه ۷۸

هدف این آزمایش، نشان دادن اثر دو بار الکتریکی بر یکدیگر است. با انجام آزمایش متوجه می‌شویم میله‌های پلاستیکی دارای بار الکتریکی و همچنین میله‌های شیشه‌ای دارای بار الکتریکی همدیگر را دفع می‌کنند و میله شیشه‌ای و پلاستیکی باردار همدیگر را جذب می‌کنند؛ یعنی بارهای هم‌نوع همدیگر را دفع می‌کنند و غیر هم‌نوع همدیگر را جذب می‌کنند. در این آزمایش می‌توان به جای کیسه فریزر از تلق (جلد پلاستیکی جزوه‌ها) یا پارچه ابریشمی استفاده کرد.



شکل‌های ۹-۱ اثر چند آونگ باردار بر همدیگر را نشان می‌دهد. از این آزمایش چه نتیجه‌ای

می‌گیریم؟

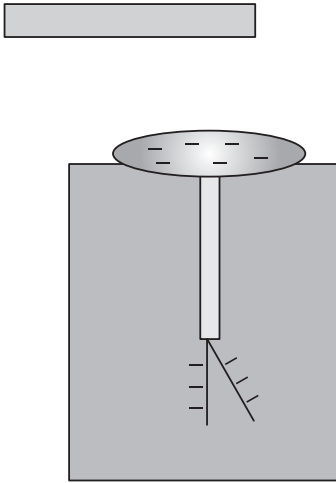


شکل ۹-۱

**الکتروسکوپ یا برق‌نما:** با آوردن چند الکتروسکوپ در کلاس یا بردن دانش‌آموزان به آزمایشگاه، الکتروسکوپ‌ها را در اختیارشان قرار داده و از آنها بخواهید که آنها را به کمک میله‌های پلاستیکی یا شیشه‌ای و پارچه پشمی و کیسه فریزر، باردار کنند و سپس آزمایش صفحه ۷۹ را انجام دهند.

توجه کنید وقتی جسم بارداری را به صفحه الکتروسکوپ باردار نزدیک کنیم، انحراف ورقه‌های الکتروسکوپ تغییر می‌کند، اگر بار جسم با بار الکتروسکوپ هم‌نام باشد، انحراف ورقه‌ها زیاد می‌شود. اگر بار جسم و الکتروسکوپ غیر هم‌نام باشند، معمولاً انحراف ورقه‌ها کم می‌شود.

لازم به یادآوری است هدف آزمایش صفحه ۷۹، تشخیص باردار بودن جسم و نوع بار جسم توسط الکتروسکوپ است.



شکل ۹-۲

وقتی میله باردار A را به کلاهک الکتروسکوپ دارای بار منفی نزدیک می‌کنیم، انحراف ورقه‌ها زیاد می‌شود و وقتی میله باردار B را به کلاهک همان الکتروسکوپ نزدیک می‌کنیم، انحراف ورقه‌ها کم می‌شود و وقتی میله C را نزدیک می‌کنیم، انحراف ورقه‌ها تغییری نمی‌کند؛ نوع بار میله‌ها را تعیین کنید. پاسخ: بار میله A منفی است، بار میله B مثبت است و میله C بدون بار و نارساناست (شکل ۹-۲).

بارهای الکتریکی از کجا می‌آیند؟ در ابتدای این مبحث می‌توان فعالیت‌هایی را طراحی کرد تا دانش‌آموزان اجزای تشکیل دهنده اتم را به یاد آورند و ویژگی‌های آن اجزا را مرور کنند.

## گفت‌وگو کنید صفحه ۸۰

در حالت عادی تعداد الکترون‌های اتم با تعداد پروتون‌های آن یکسان است. چون اندازه بار الکترون و پروتون یکسان است اما علامت آنها متفاوت است؛ بنابراین، بارهای مثبت و منفی اتم همدیگر را خنثی می‌کنند و اتم در حالت عادی خنثی است.

پاراگراف زیر «گفت‌وگو کنید» بسیار مهم است. می‌توان از دانش‌آموزان خواست تا توضیح دهند بر اساس مدل اتمی چگونه وقتی دو جسم را با یکدیگر مالش می‌دهیم آنها باردار می‌شوند؟ با راهنمایی دانش‌آموزان سعی می‌کنیم خود آنها به پاسخ این سؤال بسیار مهم برسند.

## خود را بیازمایید صفحه ۸۰

در اثر مالش، الکترون‌های شیشه‌کنده می‌شوند و به کیسه پلاستیکی منتقل می‌شوند. بنابراین، شیشه که دچار کمبود الکترون شده، دارای بار مثبت می‌شود و کیسه که تعدادی الکترون اضافی به دست آورده است دارای بار منفی می‌شود.

**پایستگی بار الکتریکی:** در اتم خنثی تعداد الکترون‌ها و پروتون‌ها برابر است. بنابراین، بار خالصی وجود ندارد. اگر الکترونی را از اتم جدا کنیم دیگر خنثی نخواهد بود؛ زیرا در این صورت دارای یک بار مثبت (پروتون) بیشتر از بار منفی (الکترون) خواهد بود و می‌گویند دارای بار مثبت شده است. اتم باردار را یون می‌نامند. یون مثبت دارای یک یا چند بار مثبت خالص است. یون منفی، اتمی با یک یا چند الکترون اضافی است.

کار لازم برای جدا کردن الکترون از اتم از ماده‌ای به ماده دیگر فرق می‌کند؛ مثلاً پیوند الکترون‌ها در لاستیک و پلاستیک محکم‌تر از پیوند آنها در موی سر شماس است. بنابراین، وقتی موی خود را شانه می‌کنید، الکترون‌ها از مو به شانه منتقل می‌شوند. در این صورت، شانه که الکترون اضافی پیدا کرده است دارای بار منفی می‌شود. در مثالی دیگر اگر میله‌ای شیشه‌ای یا پلاستیکی را به ابریشم بمالید، میله دارای بار مثبت می‌شود. ابریشم بیش از شیشه یا پلاستیک الکترون خواهد است. پس الکترون‌ها بر اثر مالش از میله وارد ابریشم می‌شوند. مهم است توجه کنیم که وقتی چیزی را باردار می‌کنیم، هیچ الکترونی یا خلق یا نابود نمی‌شود. الکترون‌ها صرفاً از ماده‌ای به ماده دیگر منتقل می‌شوند و بار پایسته است. در هر رویداد چه در سطح بزرگ مقیاس چه در سطح اتمی و هسته‌ای اصل پایستگی بار همواره صادق است.

هر جسم دارای بار الکتریکی به تعداد صحیح الکترون اضافی یا کمبود الکترون دارد. الکترون‌ها را نمی‌توان به کسری از الکترون تقسیم کرد؛ یعنی بار جسم مضرب صحیحی از بار الکترون است؛ مثلاً جسم نمی‌تواند دارای باری برابر  $1\frac{1}{4}$  یا  $\frac{1}{4}$  باشد. بار «دانه دانه» است، یا از واحدهای بنیادی موسوم به کوانتوم ساخته شده است.

**رسانا یا نارسانا:** هدف از پاراگراف اول صفحه ۸۱، این است که دانش‌آموزان بتوانند بر اساس عبور جریان الکتریکی و روشن شدن لامپ، مواد را به دو دسته رسانا و نارسانا تقسیم‌بندی کنند. البته در تقسیم‌بندی‌های دقیق‌تر مواد را به سه دسته رسانا، نارسانا و نیم رسانا تقسیم می‌کنند که دانش‌آموزان به‌طور دقیق‌تر با آنها در دوره متوسطه دوم آشنا می‌شوند. لازم به یادآوری است توسط الکتروسکوپ باردار نیز می‌توان مواد را به دو دسته رسانا و نارسانا تقسیم‌بندی کرد.



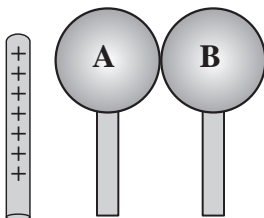
**رساناها و عایق‌ها:** برقرار ساختن جریان الکتریکی در فلزها آسان است؛ زیرا یک یا چند الکترون پوسته خارجی اتم‌های فلز به هسته اتم خاصی وابسته نیست؛ بلکه می‌تواند آزادانه در ماده پرتاب بزند. چنین ماده‌ای را رسانای خوب می‌نامند. هر فلز به همان دلیل که رسانای خوب گرماس، رسانای الکتریکی خوبی هم هست؛ زیرا الکترون‌های پوسته خارجی اتم‌های آن سست‌اند. الکترون‌های دیگر مواد - مثلاً لاستیک و شیشه - پیوند محکمی با اتم‌ها دارند و نمی‌توانند بین دیگر اتم‌های ماده آزادانه حرکت کنند، در نتیجه به راه انداختن آنها راحت نیست. این مواد به همان دلیل که معمولاً رساناهای گرمایی ضعیفی هستند، رساناهای الکتریکی نامرغوبی نیز هستند. چنین موادی را عایق خوب می‌نامند. تمام مواد را می‌توان به ترتیب توانایی هدایت بار الکتریکی مرتب کرد. موادی که در بالای فهرست قرار دارند رسانا و مواد پایین فهرست عایق‌اند. فاصله مواد پایین فهرست از بالای فهرست بسیار زیاد است؛ مثلاً رسانندگی یک فلز می‌تواند یک میلیون تریلیون بار بیش از رسانندگی عایقی چون شیشه باشد. به عبارتی برقراری جریان الکتریکی در صدها کیلومتر سیم فلزی از چند سانتی‌متر عایق راحت‌تر است.

**القای بار الکتریکی:** تا اینجا دانش‌آموزان با روش مالش و تماس برای باردار کردن یک جسم آشنا شده‌اند. در اینجا روش دیگری برای باردار شدن اجسام آورده شده است که در آن یک جسم رسانا بدون تماس یا مالش می‌تواند باردار شود. به این روش، القای الکتریکی گویند.

## آزمایش کنید صفحه ۸۱ و ۸۲

هدف از انجام این آزمایش، باردار کردن کره‌های فلزی، بدون تماس با جسم باردار است.

### فعالیت پیشنهادی

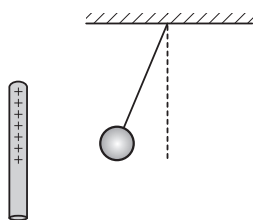


شکل ۳-۹

در شکل ۳-۹، میله شیشه‌ای دارای بار مثبت را به کره‌های فلزی در تماس با یکدیگر نزدیک می‌کنیم. توزیع بار را روی کره‌ها رسم کرده و مراحل انجام آزمایش برای اینکه دو کره به روش القا باردار شوند را رسم کنید.

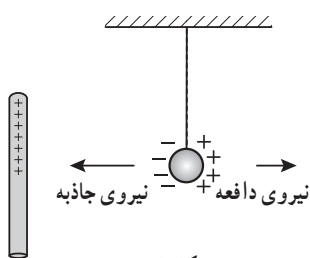
## پرسش پیشنهادی

در شکل ۹-۴، وقتی میله باردار را به آونگ رسانای بدون بار نزدیک می‌کنیم آونگ بدون بار، جذب میله باردار می‌شود. این پدیده را برحسب القای الکتریکی توضیح دهید.



شکل ۹-۴

پاسخ: وقتی میله باردار را به آونگ رسانای نزدیک می‌کنیم در یک طرف آونگ بار منفی و در طرف دیگر بار مثبت القا می‌شود. چون فاصله میله دارای بار مثبت و بارهای منفی آونگ کمتر است، نیروی جاذبه قوی‌تر از نیروی دافعه بین میله و بارهای مثبت است و آونگ به سمت میله کشیده می‌شود (شکل ۹-۵).

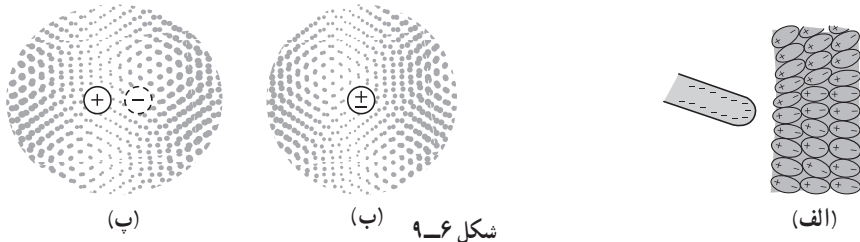


شکل ۹-۵

## دانستنی‌های معلم

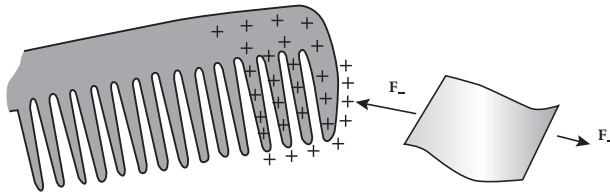
**قطبش بار:** باردار ساختن القایی به رساناها محدود نمی‌شود. وقتی میله‌ای باردار به عایقی نزدیک شود، چون الکترون‌های آزادی وجود ندارد تا در ماده عایق حرکت کند؛ بنابراین، بازآرایی بار در خود اتم‌ها و مولکول‌ها صورت می‌گیرد (شکل ۹-۶). گرچه اتم‌ها از مکان‌های نسبتاً ثابت خود جابه‌جا نمی‌شوند اما «مراکز بارها» جابه‌جا می‌شود. یک طرف اتم یا مولکول منفی‌تر (یا مثبت‌تر) از طرف دیگر می‌شود. می‌گویند اتم یا مولکول به صورت الکتریکی قطبیده است. اگر میله مثلاً دارای بار منفی باشد، بخش مثبت اتم یا مولکول به طرف میله کشیده می‌شود و بخش منفی اتم یا مولکول از میله دور می‌شود. بخش‌های مثبت و منفی اتم‌ها و مولکول‌ها ردیف می‌شوند. آنها به لحاظ الکتریکی قطبیده‌اند. اکنون می‌توان فهمید که چرا تکه‌های کاغذ به لحاظ الکتریکی خنثی، جذب جسم بارداری — مثلاً شانه‌ای که از موهای شما عبور کرده است — می‌شوند. وقتی شانه باردار به کاغذ نزدیک شود، مولکول‌های کاغذ قطبیده می‌شوند. علامت بار بخشی از کاغذ که به شانه نزدیک‌تر است مخالف شانه خواهد بود. بارهای همنام آن اندکی دورترند، نیروی جاذبه قوی‌تر از دافعه بوده و تکه‌های کاغذ در

۱- بار الکتریکی که به سرعت دور هسته اتم می‌چرخد یک ابر الکتریکی تشکیل می‌دهد. الف) مرکز این ابر منفی و مرکز هسته مثبت منطبق است. ب) وقتی بار منفی خارجی، مانند بار روی یک بادکنک باردار از سمت راست به آن نزدیک شود، ابر الکتریکی و پیچیده می‌شود به طوری که مرکزهای بار منفی و مثبت دیگر برهم منطبق نیستند، اکنون اتم به لحاظ الکتریکی قطبیده است.



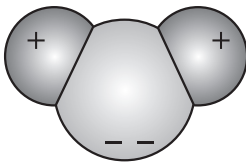
شکل ۹-۶

معرض جاذبهٔ خالصی قرار می‌گیرند آنها گاهی به شانه می‌چسبند و سپس ناگهان به پرواز در می‌آیند. این دافعه از آن رو به وجود می‌آید که تکه‌های کاغذ بر اثر تماس با شانه دارای بار با همان علامت می‌شوند (شکل ۹-۷).

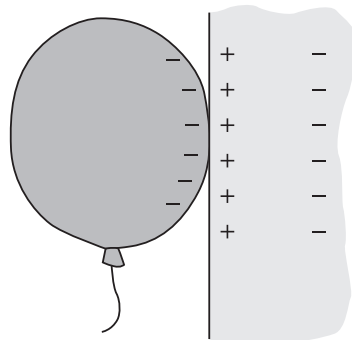


شکل ۹-۷

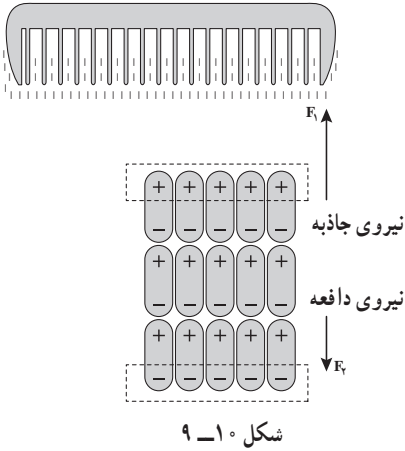
بادکنک باد شده‌ای را به موهای خود بمالید تا باردار شود. بادکنک را کنار دیوار بگذارید خواهید دید که به دیوار می‌چسبند؛ زیرا بار روی بادکنک، بار سطحی مخالفی در دیوار القایی کند. باز هم نیروی جاذبهٔ قوی‌تری بروز می‌شود؛ زیرا بادکنک به بار مخالف القاشده، اندکی نزدیک‌تر از بار القایی با همان علامت است (شکل ۹-۹). بسیاری از مولکول‌ها مثلاً  $H_2O$  در حالت‌های عادی به لحاظ الکتریکی قطبیده‌اند. توزیع بار الکتریکی کاملاً یکنواخت نیست بار منفی در یک طرف مولکول از طرف دیگر بیشتر است (شکل ۹-۹) این نوع مولکول‌ها را دو قطبی الکتریکی می‌نامند.



شکل ۹-۹

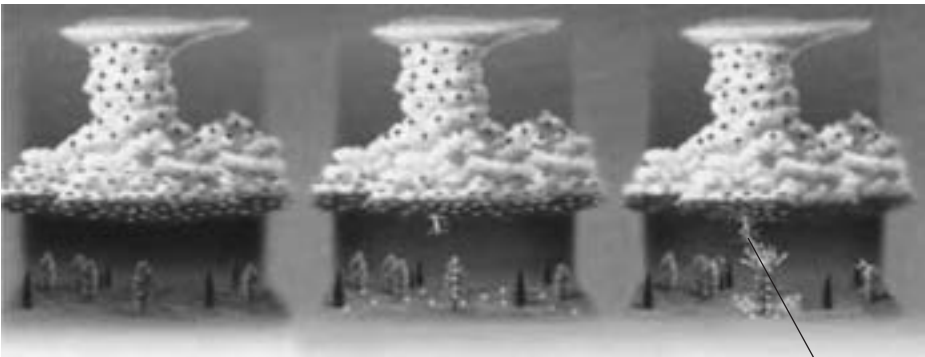


شکل ۹-۸



پاسخ این فعالیت در دانستنی قبل آمده است. کافی است مولکول‌های قطبیده کاغذ را همانند شکل رسم کنیم. نیروی خالص (نیروی دافعه > نیروی جاذبه) به سمت بالا خواهد بود و در نتیجه خرده کاغذ به سمت شانه جذب می‌شود.

**آذرخش و تخلیه الکتریکی:** تمرکز آموزشی این بخش بر روی تخلیه الکتریکی است که در آذرخش‌ها اتفاق می‌افتد. از دانش‌آموزان می‌خواهیم توضیح دهند، وقتی دو ابر چنان به هم نزدیک شوند که قسمت‌هایی از آنها که دارای بار الکتریکی ناهمنام است، نزدیک هم قرار گیرد چه اتفاقی ممکن است بیفتد؟ با راهنمایی آنها به پدیده تخلیه الکتریکی می‌رسیم. تخلیه الکتریکی می‌تواند به صورت دیگری نیز رخ دهد. ابرهای توفانی می‌توانند با حرکت در مجاورت سطح زمین در آن بار القایی ایجاد کنند. در این حالت امکان تخلیه الکتریکی بین ابر و زمین وجود دارد و می‌تواند حتی موجب آتش‌سوزی شود.

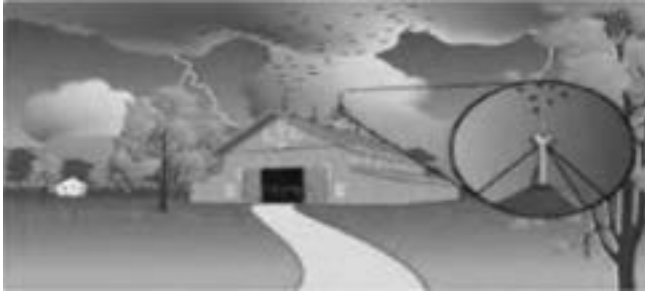


آذرخش بین ابر و زمین

شکل ۱۱-۹- ابر روی سطح زمین بار القایی ایجاد کرده است.

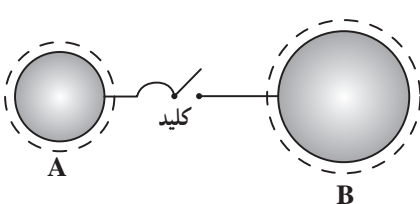
## اطلاعات جمع آوری کنید صفحه ۸۳

برای حفاظت ساختمان‌ها در برابر آذرخش از وسیله‌ای به نام برق‌گیر استفاده می‌کنند. برق‌گیر میله فلزی بلند و نوک تیزی است که روی بام ساختمان نصب می‌شود. انتهای میله به کابل ضخیمی وصل شده است و انتهای کابل را در اعماق مرطوب زمین قرار می‌دهند. تیزی نوک میله سبب می‌شود که تخلیه الکتریکی بین ابر و نوک میله به تدریج رخ دهد و بارها از طریق کابل به اعماق زمین منتقل می‌شود. به این ترتیب ساختمان از خطر برخورد آذرخش در امان می‌ماند و خسارتی به ساختمان وارد نمی‌شود. حتی اگر آذرخش به ساختمان برخورد کند، جریان الکتریکی از طریق برق‌گیر به زمین منتقل می‌شود، به ساختمان آسیبی نمی‌رسد.



شکل ۱۲-۹- برق‌گیر، ساختمان را در برخورد آذرخش حفظ می‌کند

**اختلاف پتانسیل الکتریکی:** معمولاً آموزش پتانسیل با مدل‌های مکانیکی یا ترمودینامیکی شبیه‌سازی می‌شود. مثلاً از اختلاف دما یا اختلاف ارتفاع آب یا اختلاف فشار برای آماده کردن ذهن دانش‌آموزان برای شارش گرما، آب یا هوا استفاده می‌شود. اغلب دانش‌آموزان تصور می‌کنند که علت ایجاد جریان الکتریکی بین دو نقطه به علت اختلاف مقدار بار الکتریکی است. شاید فعالیت زیر بتواند به آنها برای رفع کج فهمی‌های موجود کمک کند.



شکل ۱۳-۹

تعداد بارهای منفی کره رسانا B بیشتر از تعداد بارهای منفی کره A است، اما وقتی دو کره را به هم وصل می‌کنیم، بارهای منفی از A به طرف B جابه جا می‌شوند. علت را توضیح دهید.

**پاسخ:** با اینکه مقدار بار منفی کره A کمتر از کره B است اما به علت اینکه بارها به هم نزدیک‌ترند، دافعه بین آنها بیشتر است و وقتی کلید را می‌بندیم بارها از کره A به B منتقل می‌شوند. وقتی دو کره باردار را به هم وصل کنیم، آمپرسنج فقط برای لحظات کوتاهی عبور جریان الکتریکی را نشان می‌دهد. برای اینکه بتوانیم اختلاف پتانسیل دائم بین دو نقطه از مدار برقرار کنیم باید از باتری استفاده کنیم. با انجام آزمایش صفحه ۸۴ تلاش می‌کنیم دانش‌آموزان با نقش باتری به عنوان منبع انرژی و وسیله‌ای برای ایجاد اختلاف پتانسیل الکتریکی آشنا شوند.

در این بخش حتماً یک ولت سنج و چند باتری در اختیار دانش‌آموزان قرار گیرد تا بتوانند اختلاف پتانسیل دو سر باتری‌ها را اندازه‌گیری کنند و همچنین باتری‌ها را به شکل‌های مختلف بسته و اختلاف پتانسیل دو سر آن را اندازه‌گیری کنند.



دانش‌آموزان در فصل‌های قبل پیل یا باتری ساخته‌اند. می‌توانیم از آنها بخواهیم اختلاف پتانسیل پیل یا باتری‌های ساخته شده را اندازه‌گیری کنند. البته می‌توان به جای لیموترش از محلول آب نمک برای ساخت پیل استفاده کرد. در این روش حدود ۷۰۰ میلی‌ساعتی متر مکعب آب و پنج قاشق غذا خوری نمک را ترکیب کرده تا محلول الکترولیت درست شود. از فویل‌های آلومینیومی و مسی به عنوان الکترود می‌توان استفاده کرد. با این نوع پیل می‌توان ولتاژی حدود ۰/۲ V را به دست آورد و یک آرمیچر کوچک (موتور الکتریکی) را به حرکت درآورد.

## اطلاعات جمع‌آوری کنید صفحه ۸۵

دانستنی زیر کمک می‌کند تا بتوانید اطلاعاتی از تحقیق دانش‌آموزان داشته باشید.



### پیل‌ها و باتری‌ها

یکی از مهم‌ترین منابع تأمین اختلاف پتانسیل یا انرژی الکتریکی باتری‌ها هستند. در سال ۱۸۰۰ میلادی آلساندرو ولتا، دانشمند ایتالیایی موفق به ساخت وسیله‌ای شد که می‌توانست برای مدتی اختلاف پتانسیل مورد نیاز را برای برقراری جریان در یک مدار مهیا کند. این وسیله را پیل ولتایی

نامیدند. شکل ۹-۱۴ الف ساختمان یک پیل ولتایی را نشان می‌دهد که از دو صفحه فلزی از جنس روی و نقره تشکیل شده و بین آنها کاغذی مرطوب شده با آب نمک، قرار گرفته است. ولتا با قراردادن چند پیل روی یکدیگر، پیل بزرگتری ساخت که قادر بود برای مدت زمان بیشتری جریان تولید کند (شکل ۹-۱۴ ب) این وسیله را که از ترکیب چند پیل ساخته شده بود، باتری نامیدند.



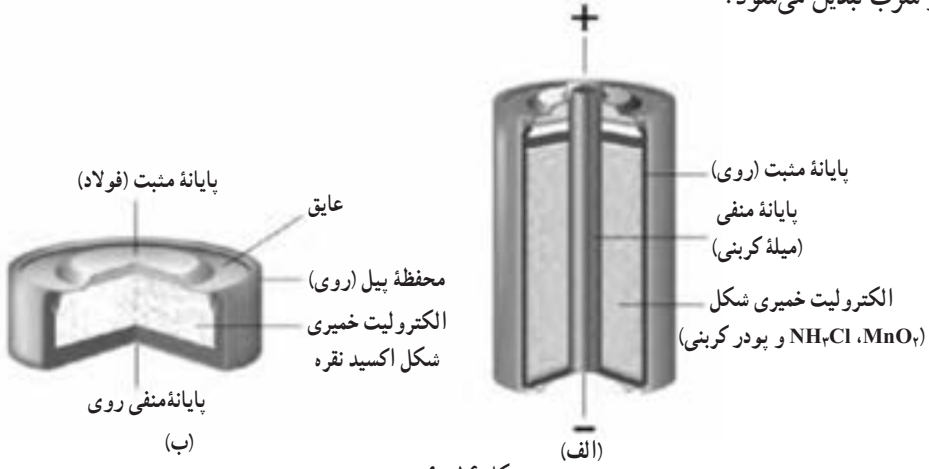
شکل ۹-۱۴ الف) پیل‌ها، و واحد تشکیل دهنده باتری‌ها هستند ب) در یک باتری باید جنس صفحه زیرین با جنس صفحه بالایی متفاوت باشد. در باتری نشان داده شده صفحه زیرین از جنس روی و آخرین صفحه بالایی از جنس نقره است.

**انواع پیل‌ها:** پیل‌ها به دو دسته تقسیم بندی می‌شوند. پیل‌های نوع اول فقط یک بار قابل استفاده هستند، زیرا پس از تخلیه، امکان شارژ کردن (باردار کردن) آنها وجود ندارد. اغلب باتری‌هایی که برای مصرف در چراغ قوه، رادیوها، ساعت‌های دیواری و مچی و کنترل از راه دور به فروش می‌رسند از نوع همین پیل‌های نوع اول هستند (شکل ۹-۱۵). درون پیل‌های نوع اول، که در صنعت به پیل‌های خشک شناخته می‌شوند، از الکترولیت خمیری شکل استفاده می‌شود. شکل ۹-۱۶ الف ساختمان داخلی پیل‌های روی - کربن و شکل ۹-۱۵ ب ساختمان داخلی پیل‌های اکسید - نقره را



شکل ۹-۱۵

نشان می‌دهد. پیل‌های نوع دوم می‌توانند به دفعات پر و خالی شوند. در برخی از این پیل‌ها، که در آنها از فلزات نیکل و کادمیوم به عنوان الکترود و پتاسیوم هیدروکسید به عنوان الکترولیت استفاده می‌شود (باتری‌های NI-CD)، واکنش معکوس تخلیه شیمیایی نیز امکان‌پذیر است و لذا به دفعات قابل پر شدن هستند (شکل ۹-۱۶). اکثر پیل‌های NI-CD در گوشی‌های تلفن همراه، رایانه‌های قابل حمل، دستگاه‌های MP۳، MP۴ مورد استفاده قرار می‌گیرند. متداول‌ترین پیل الکترولیتی نوع دوم، باتری اتومبیل است که در صنعت به پیل‌های ترموسوم‌اند. الکترودهای باتری اتومبیل از جنس سرب و سرب دی‌اکسید، و الکترولیت آن محلول اسید سولفوریک است (شکل ۹-۱۷). در طول دوره تخلیه (دشارژ) سرب و اسید سولفوریک به ترتیب به سولفات سرب و آب تبدیل می‌شوند. پس از تخلیه باتری اگر، جریان برق در باتری معکوس شود، آب و سولفات سرب دوباره به ترتیب به اسید سولفوریک و سرب تبدیل می‌شود.



شکل ۹-۱۶



شکل ۹-۱۷

**مدار الکتریکی و جریان الکتریکی: شاید بهترین فعالیت**

در این بخش از درس این باشد که از قبل به دانش‌آموزان بگویم به همراه خود باتری، لامپ مناسب، سیم‌های رابط و... به کلاس بیاورند و در اینجا مدار را درست کرده و لامپ را روشن کنند و در مورد علت روشن شدن لامپ بحث کنند و سپس در اختیار دانش‌آموزان آمپرسنج قرار داده شود تا جریان الکتریکی گذرنده از مدارها را اندازه‌گیری کنند (شکل صفحه ۸۶ کتاب درسی). پایانه مثبت (صفحه‌های سرب دی‌اکسید).



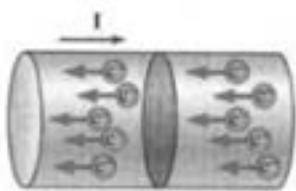
می‌توان در مورد جهت حرکت الکترون‌ها و جهت جریان قراردادی بحث مختصری را انجام داد. به همراه آشنایی دانش‌آموزان با کمیت جریان الکتریکی، برخی از مرتبه‌های جریان در آیا می‌دانید صفحه ۸۶ آورده شده است تا آنها حسی از مرتبه جریان‌های الکتریکی در زندگی روزمره خود پیدا کنند.



**جریان الکتریکی:** در یک مدار الکتریکی با وصل کردن کلید، بارهای الکتریکی در مدار شارش می‌کنند. در این حالت، اگر مقطعی فرضی در مدار را در نظر بگیرید، در مدت زمان  $t$  بار الکتریکی  $q$  از این مقطع شارش می‌کند (شکل ۱۸-۹). بنا به تعریف آهنگ شارش بار الکتریکی از هر

مقطع مدار را جریان الکتریکی می‌نامیم و آن را با نماد  $I$  نشان می‌دهیم:

$$I = \frac{q}{t}$$



شکل ۱۸-۹

در این رابطه، یکای بار الکتریکی ( $q$ )، کولن (C) و یکای زمان ( $t$ )، (s) است. طبق قرارداد، جهت قراردادی جریان الکتریکی در مدار از پایانه مثبت باتری یا مولد به پایانه منفی آن است. یعنی، خلاف جهت شارش الکترون‌هاست. برای اندازه‌گیری جریان الکتریکی از آمپرسنج استفاده می‌کنیم و آن را

به طول متوالی در مدار قرار می‌دهیم. یکای آمپر از نام فیزیکدان فرانسوی «آندره ماری آمپر» گرفته شده است. از او می‌توان به عنوان مخترع گالوانومتر یاد کرد. آمپر در سال ۱۷۷۵ میلادی به دنیا آمد و در سال ۱۸۳۶ میلادی از دنیا رفت.

**مقاومت الکتریکی:** این درس را با مشابه‌سازی حرکت الکترون‌ها با حرکت آدم‌ها در حیاط شلوغ یا خیابان، شروع می‌کنیم و توضیح می‌دهیم هر چه تعداد برخورد های الکترون‌ها با اتم‌های در حال نوسان بیشتر باشد، مقاومت الکتریکی در برابر حرکت بیشتر می‌شود.

پس از آموزش مفهوم مقاومت الکتریکی و یکای آن، با در اختیار گذاشتن یک آوومتر یا اهم متر و لامپ از آنها می‌خواهیم مقاومت لامپ را اندازه‌گیری کنند. توجه داشته باشید برای اندازه‌گیری مقاومت لامپ باید یک پایانه اهم متر به انتهای لامپ و پایانه دیگر به بغل لامپ (بخش فلزی بیچ‌دار) وصل شود. در برخی از اندازه‌گیری‌ها عدد نشان داده شده منفی است که می‌توان با عوض کردن جای اتصال‌ها آن را اصلاح کرد. پس از آموزش مقاومت الکتریکی به آموزش رابطه بین جریان الکتریکی،

ولتاژ دو سرمدار و مقاومت الکتریکی می‌پردازیم و توضیح می‌دهیم این رابطه توسط اهم و به وسیله آزمایش کشف شد.

اگر به دو سر رساناهای متفاوت، اختلاف پتانسیل‌های یکسانی اعمال کنیم، جریان‌های متفاوتی از آنها می‌گذرد. مشخصه‌ای که سبب تفاوت جریان‌ها در این دو رسانا می‌شود، مقاومت الکتریکی آنهاست. رابطه بین ولتاژ، جریان الکتریکی و مقاومت در کتاب داده شده است و در کتاب‌های پیشرفته‌تر به صورت  $\frac{V}{I} = R$  نوشته می‌شود. در این رابطه اختلاف پتانسیل بر حسب ولت (V)، جریان بر حسب آمپر (A) و مقاومت الکتریکی (R) بر حسب ولت بر آمپر (V/A) است که اهم نامیده می‌شود. اکنون که با اختلاف پتانسیل الکتریکی به عنوان عامل شارش بار و مولد به عنوان عامل ایجاد کننده اختلاف پتانسیل و عبور جریان الکتریکی از رسانا آشنا شده‌ایم، می‌توانیم چند مثال ساده که در آنها یکی از کمیت‌های V، R، یا I مجهول است را به دانش‌آموزان بدهیم و حل کنند و سپس نمادهای مقاومت، باتری، کلید، سیم رابط، آمپرسنج، ولت‌سنج را به صورت طرح واره معرفی کنیم.

فعالیت صفحه ۸۸: هدف از انجام این آزمایش، تأثیر مقدار جریان گذرنده بر نور لامپ است.