

## فصل ۴

# آزمایش‌های کاوشگری

## فصل ۴ در یک نگاه

فهرست مطالب فصل چهارم به این شرح است :

- ۱ آب‌های آلوده را چگونه تصفیه کنیم؟
- ۲ اختلاف ساعت کشورهای متفاوت را چگونه محاسبه می‌کنند؟
- ۳ چگونه درجه سختی مجموعه کانی‌های خود را تعیین می‌کنید؟
- ۴ چرا مساحت سرزمین‌های قطبی روی نقشه، بزرگ‌تر از اندازه واقعی است؟
- ۵ تحمل گلبول‌های قرمز چقدر است؟
- ۶ بنیه من چقدر است؟
- ۷ ارزش غذایی کدام سبزی‌ها بیشتر است؟
- ۸ چه رابطه‌ای بین شدت، رنگ نور و میزان فتوسنتز وجود دارد؟
- ۹ چگونه در مقیاس کوچک فلز استخراج کنیم؟
- ۱۰ انرژی موجود در مواد غذایی چگونه اندازه‌گیری می‌شود؟
- ۱۱ چگونه از مواد سازگار با محیط پلاستیک تهیه کنیم؟
- ۱۲ درصد جرمی اسید سرکه سنتی چقدر است؟
- ۱۳ عامل جابه‌جایی تعادل چیست؟
- ۱۴ آیا هر عنصری از برق کافت محلول آن به دست می‌آید؟
- ۱۵ چگونه یک الکتروسکوپ ساده و حساس بسازیم؟
- ۱۶ بارهایی که به یک جسم رسانا داده می‌شوند، کجا می‌روند؟
- ۱۷ چگالی سطحی بار الکتریکی در کدام قسمت‌های رسانا بیشتر است؟
- ۱۸ چگونه یک موتور الکتروستاتیک بسازیم؟
- ۱۹ چگونه دمای تقریبی سیم درون لامپ روشن را به دست آوریم؟
- ۲۰ مقاومت‌های متغیر وابسته چه نقشی در مدارها دارند؟
- ۲۱ باتری‌های با نیروی محرکه یکسان چه تفاوتی با هم دارند؟
- ۲۲ چگونه آهن‌ربا درست کنیم و خاصیت مغناطیسی آن را از بین ببریم؟
- ۲۳ چگونه یک موتور الکتریکی ساده بسازیم؟
- ۲۴ چگونه یک بلندگوی ساده بسازیم؟
- ۲۵ مواد از نظر مغناطیسی چه ویژگی‌هایی دارند؟
- ۲۶ سازوکار مبدل‌های الکتریکی چگونه است؟
- ۲۷ چگونه انرژی الکتریکی را بدون سیم انتقال دهیم؟

## ۱- آب‌های آلوده را چگونه تصفیه کنیم؟

### بر دانش خود بیفزایید

طبیعت همان قدر که در آلودگی آب نقش دارد، در موارد زیادی نیز به تصفیه آب کمک می‌کند. پدیده تصفیه طبیعی آب شامل حذف آلاینده‌های مختلف از آب در حین عبور از بخش‌هایی از طبیعت، مانند شن، ماسه، ریگ و... می‌شود. برای مثال، یکی از تصفیه‌کننده‌های آب، لایه‌های رسوبی هستند که مثل یک فیلتر عمل و ذرات معلق آب را حذف می‌کنند. به همین دلیل آب‌های زیرزمینی عمدتاً زلال و شفاف هستند. در این آزمایش وسیله‌ای را می‌سازیم که تا حدودی آب‌های آلوده را تصفیه می‌کند.

ابتدا یک بطری آب را خالی می‌کنیم و قسمت بالایی آن را برش می‌دهیم. سپس در قسمت زیر آن چند سوراخ کوچک ایجاد می‌کنیم. ابتدا سنگ ریزه، سپس شن درشت و ریز و در لایه بالایی ماسه نرم می‌ریزیم. با ریختن آب گل‌آلود در این دستگاه، آب زلال از قسمت زیرین آن خارج می‌شود. در کتاب این آزمایش در دو مرحله انجام می‌شود: در مرحله اول فقط سنگ ریزه و شن درشت می‌ریزیم و می‌بینیم که آب زلال نمی‌شود، زیرا ذرات درشت‌اند و نمی‌توانند مانع خروج ذرات ریز آب گل‌آلود شوند. در مرحله دوم علاوه بر شن درشت و سنگ ریزه مقدار زیادی ماسه نرم نیز می‌ریزیم و می‌بینیم که آب گل‌آلود، زلال‌تر می‌شود. در مرحله بعد ماسه بادی می‌ریزیم که بسیار دانه ریز است.

### یافته من

لایه‌های رسوبی مانند شن، ماسه، ریگ و... در نقش فیلتر عمل می‌کنند و باعث تصفیه آب‌های زیرزمینی می‌شوند.

### پاسخ فعالیت‌ها و پرسش‌ها کتاب

- نقش لایه‌های شن و ماسه ای را در بهبود کیفیت آب‌های زیرزمینی توضیح دهید.
- پاسخ: لایه‌های شنی مانند یک صافی عمل می‌کنند و در تصفیه آب بسیار مؤثرند.

### نکته تکمیلی

روش‌های تصفیه آب: رسوب دادن، جوشاندن، تقطیر، افزودن مواد شیمیایی، تابش فرابنفش، انعقاد، فیلتراسیون و هوادهی.

## ۲- اختلاف ساعت کشورهای جهان را چگونه محاسبه می کنند ؟

### هدف های آزمایش

- کسب مهارت محاسبه اختلاف ساعت کشورهای متفاوت؛
- آگاهی از علت اختلاف ساعت کشورهای متفاوت.

### بر دانش خود بیفزایید

بر اساس قوانین بین المللی، ساعت کشورهای جهان بر اساس موقعیت طول جغرافیایی آنها ارزیابی می شود. عرض جغرافیایی: به فاصله زاویه ای هر نقطه از کره زمین تا مدار استوا عرض جغرافیایی گفته می شود که بین صفر تا  $90^\circ$  درجه شمالی و صفر تا  $90^\circ$  درجه جنوبی متغیر است.

خط استوا: خطی فرضی است که حول زمین کشیده شده و زمین را به دو نیم کره برابر تقسیم می کند. نیم کره شمالی در شمال خط استوا و نیم کره جنوبی در جنوب خط استوا است.

طول جغرافیایی: به فاصله زاویه ای هر نقطه از کره زمین تا نصف النهار مبدأ، طول جغرافیایی گفته می شود که بین صفر تا  $180^\circ$  شرقی و صفر تا  $180^\circ$  غربی متغیر است.

نصف النهار مبدأ: خطی فرضی که از قطب شمال به قطب جنوب کشیده شده و زمین را به دو نیمه شرقی و غربی مساوی تقسیم می کند. سمت چپ یا غرب نصف النهار مبدأ نیم کره غربی و سمت راست یا شرق نصف النهار مبدأ نیم کره شرقی است.

### روش محاسبه اختلاف ساعت

برای محاسبه اختلاف ساعت دو نقطه، ابتدا باید اختلاف طول جغرافیایی دو نقطه را محاسبه و سپس آن را بر عدد ۱۵ تقسیم کنیم تا اختلاف ساعت آن دو نقطه به دست آید. بعد از به دست آمدن اختلاف ساعت باید توجه داشته باشیم، همان گونه که خورشید ابتدا مناطق شرقی را روشن می کند، ساعت مناطق شرقی نیز جلوتر از مناطق غربی است. پس اگر صورت مسئله زمان منطقه شرقی را داده باشد و ساعت منطقه غربی را بخواهد، باید اختلاف ساعت را از ساعت منطقه معلوم کم کنیم و اگر زمان منطقه شرقی تر را بخواهد، باید اختلاف ساعت را به ساعت منطقه معلوم اضافه کنیم.

## پاسخ فعالیت‌ها و پرسش‌های کتاب

۱ با استفاده از کره جغرافیایی، عرض و طول جغرافیایی شهر تهران را تعیین کنید.  
پاسخ: طول جغرافیایی تهران: ۵۱ درجه و ۳۰ دقیقه  
عرض جغرافیایی تهران: ۳۵ درجه و ۳۰ دقیقه

۲ با توجه به اینکه کره زمین از غرب به شرق می‌چرخد، با استفاده از کره جغرافیایی مشخص کنید که زمان در کشورهای که در غرب کشور ما هستند، جلوتر است یا آنهایی که در شرق هستند؟  
پاسخ: زمان در کشورهای شرقی جلوتر و در کشورهای غربی عقب‌تر است.

۳ با توجه به اینکه گردش وضعی، در مدت ۲۴ ساعت انجام می‌شود، زمین در هر ساعت چند درجه جابه‌جا می‌شود؟  
پاسخ: از تقسیم عدد ۳۶۰ به عدد ۲۴، عدد ۱۵ به دست می‌آید. یعنی کره زمین به ۲۴ قسمت ۱۵ درجه‌ای قابل تقسیم است.

۴ اختلاف ساعت تبریز و زاهدان را حساب کنید.  
پاسخ: زاهدان در ۶۰ درجه و ۵۱ دقیقه طول شرقی (حدود ۶۱ درجه) و ۲۹ درجه و ۳۰ دقیقه عرض شمالی و تبریز از لحاظ مختصات جغرافیایی در ۴۶ درجه و ۲۵ دقیقه طول شرقی (حدود ۴۶ درجه) و ۳۸ درجه و ۲ دقیقه عرض شمالی واقع شده است:  
 $۶۱ - ۴۶ = ۱۵$   
یعنی آفتاب در زاهدان یک ساعت زودتر طلوع می‌کند.

## یافته من

علت اختلاف ساعت کشورهای متفاوت، مربوط به اختلاف طول جغرافیایی آنها است.

## پاسخ توسعه و کاربرد

اگر یک بازی فوتبالی در ساعت ۱۸ به وقت محلی شهر پکن برگزار شود، تعیین کنید پخش زنده این بازی به وقت تهران، در ساعت چند انجام می‌شود؟  
پاسخ: طول جغرافیایی تهران ۵۱ درجه و ۳۰ دقیقه و طول جغرافیایی پکن ۱۱۶ درجه و ۳۰ دقیقه است. یعنی اختلاف طول جغرافیایی آنها حدود ۶۵ درجه است. اگر این عدد را بر ۱۵ تقسیم کنیم، اختلاف ساعت آنها حدود ۴ ساعت و ۲۰ دقیقه به دست می‌آید. پس:  
 $۱۸ - ۴ = ۱۴: ۲۰$   
یعنی پخش زنده در تهران در ساعت ۱۴: ۲۰ دیده می‌شود.

## ۳- چگونه درجه سختی مجموعه کانی‌های خود را تعیین می‌کنید؟

### هدف‌های آزمایش

- کسب مهارت در تعیین درجه سختی کانی‌ها؛
- آگاهی از نحوه تعیین درجه سختی کانی‌های یک مجموعه کانی.

### بر دانش خود بیفزایید

یکی از ویژگی‌های فیزیکی مهم که در شناسایی کانی‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد، سختی (Hardness) است. به مقاومت کانی‌ها در برابر خراشیده شدن، سختی کانی گفته می‌شود. سختی کانی‌ها با هم متفاوت است و به دو عامل: ۱- طرز قرار گرفتن اتم‌ها در شبکه بلورین و ۲- نوع پیوندهای اتمی در کانی بستگی دارد. سختی کانی به ترکیب شیمیایی آن بستگی ندارد به‌عنوان مثال دو کانی الماس و گرافیت که ترکیب شیمیایی یکسانی دارند. یکی سخت‌ترین و دیگری نرم‌ترین کانی محسوب می‌شوند. برای تعیین سختی کانی‌ها از مقیاس موهس (Mohs) استفاده می‌شود. در این مقیاس نرم‌ترین کانی (تالک) را با سختی یک و سخت‌ترین کانی (الماس) را با سختی ۱۰ معرفی شده‌اند و ۸ کانی دیگر به ترتیب از ۲ تا ۹ در بین آنها معرفی شده‌اند. بنابراین مقیاس سختی موهس شامل ۱۰ کانی به شرح جدول زیر است. سایر کانی‌ها به نسبت آنها سنجیده می‌شوند. نام‌گذاری این مقیاس به افتخار نام کانی‌شناس آلمانی به نام فردریخ موهس انجام شده است.

۱	تالک	
۲	ژیپس	
۳	کلیست	→ ناخن
۴	فلوئوریت	→ سکه مسی
۵	آپاتیت	→ تیغه چاقو
۶	ارتوز	→ شیشه
۷	کوارتز	→ سوهان
۸	توپاز	→ چینی بدون لعاب
۹	کرنوم	
۱۰	الماس	

برای اطمینان از سختی اندازه‌گیری شده در کانی‌ها، باید درجه سختی را در جهت‌های مختلف آزمایش کنیم. سپس با نوک انگشت پودر روی سطح را پاک کنیم تا معلوم شود سطح کانی واقعاً خراشیده شده یا فقط نشانی روی آن از کانی مقابل بر جای مانده است.

## یافته من

کانی‌ها سختی‌های متفاوتی دارند که با مقایسه آنها با «مقیاس درجه سختی موهس» می‌توان آنها را طبقه‌بندی و از این ویژگی برای شناسایی آنها استفاده کرد.

## پاسخ توسعه و کاربرد

اگر لبه چاقو را پشت یک بشقاب چینی بکشیم، خرده‌های کدام یک می‌ریزد؟  
پاسخ: خرده‌های چاقو بر روی بشقاب چینی باقی می‌ماند، زیرا سختی چاقو کمتر از چینی است.

## ۴- چرا مساحت سرزمین‌های قطبی بر روی نقشه، بزرگ‌تر از اندازه واقعی است؟

### هدف‌های آزمایش

- کسب مهارت ترسیم نقشه‌های کشورهای مختلف، با استفاده از کره جغرافیایی.
- آگاهی از نحوه علت ترسیم نقشه کشورهای عرض‌های جغرافیایی بالا در اندازه‌های غیر واقعی

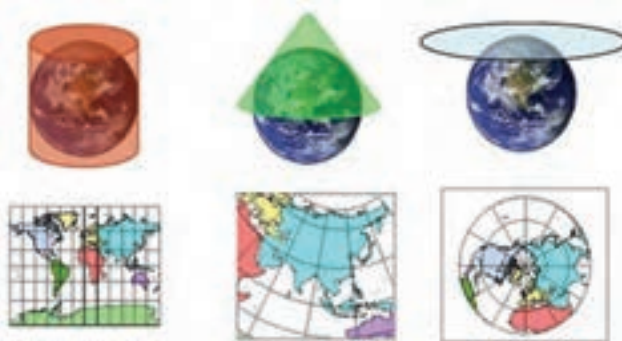
### بر دانش خود بیفزایید

برای ترسیم نقشه کشورهای مختلف که بر روی کره جغرافیایی سه‌بعدی واقع شده‌اند بر روی نقشه دو بعدی باید از سیستم تصویر نقشه استفاده شود. در اینجا به معرفی سیستم تصویر نقشه می‌پردازیم:

#### سیستم تصویر نقشه

به تصویر کردن عوارض روی سطح زمین به‌عنوان سطح یک بیضوی سه‌بعدی به صفحه نقشه دو بعدی تصویر کردن نقشه (Map Projection) گویند. شاید در نگاه اول این کار آسان به نظر بیاید، اما مشکل اینجاست که هرگز نمی‌توان یک سطح از کره یا بیضوی را به یک سطح مستوی تصویر کرد مگر اینکه از برخی خطاها و اعوجاجات چشم‌پوشی کنیم. برای مثال شما نمی‌توانید پوست یک پرتقال را روی یک سطح میز مسطح کنید مگر اینکه آن را به چند قاچ مجزا تبدیل کنید و علاوه بر آن برای مسطح کردن هر قاچ نیز قسمت‌هایی از آن را تحت کشش و قسمت‌هایی را نیز تحت فشار قرار دهید.

اساس کار تصویر کردن نقشه بدین نحو است که با توجه به اینکه سطح زمین یک رویه غیر قابل تسطیح است، ابتدا با روش‌های ریاضی نقشه عوارض سطح زمین را به یک رویه قابل تسطیح تصویر کرده و سپس آن رویه را مسطح می‌کنیم تا نقشه دو بعدی حاصل شود. سیستم‌های تصویر به سه دسته استوانه‌ای، مخروطی و صفحه‌ای تقسیم‌بندی می‌شوند. شکل روبه‌رو نمونه‌ای از هر نوع سیستم تصویر را نشان می‌دهد.



شکل ۱- سیستم‌های تصویر و نقشه‌های حاصل از آن



### سیستم تصویر مرکاتور (استوانه‌ای)

مبتکر سیستم استوانه‌ای نجاری به نام جرارد مرکاتور (Gerard Mercator) می‌باشد و بدین ترتیب سیستم تصویر استوانه‌ای در منابع علمی نیز به سیستم تصویر مرکاتور معروف است.

اگر صفحه مستطیلی شکلی فرضی به طول خط استوا را دور زمین بپیچیم و یک استوانه محاط بر آن و مماس با خط استوا ایجاد کنیم، و با قرار دادن چراغی در مرکز زمین عوارض سطح زمین را بر روی سطح داخلی استوانه توسط سایه عوارض سطح زمین ترسیم کنیم، سپس استوانه را در امتداد یک نصف‌النهار ببریم و آن را باز کرده و مسطح کنیم، با این کار نقشه عوارض سطح زمین را به یک سطح دوبعدی به روش استوانه‌ای یا مرکاتور تصویر کرده‌ایم.



نصف‌النهاری که صفحه نقشه را به دو قسمت مساوی تقسیم کند را نصف‌النهار میانی و خط تماس صفحه و کره را (که در اینجا همان استواست) مدار استاندارد می‌نامند.

شکل ۲- مسطح کردن صفحه فرضی محاط بر دور کره زمین در سیستم تصویر مرکاتور

در این سیستم کمترین خطاها در امتداد خط استوا (به‌عنوان مدار استاندارد) می‌باشد و فاکتور مقیاس (scale factor) بر روی این خط برابر و یک است. هرچه به طرف قطبین حرکت کنیم خطاها و اعوجاجات افزایش خواهند یافت و با توجه به نحوه توزیع خطاها دامنه کاربرد این سیستم حداکثر تا مدار  $60^\circ$  درجه می‌باشد. گاهی برای بهبود توزیع خطاها قطر استوانه فرضی را کوچک‌تر در نظر گرفته و با قطع استوانه توسط زمین دو مدار استاندارد شکل می‌گیرد که به این حالت مرکاتور متقاطع گفته می‌شود. با این کار خطاها روی دو مدار استاندارد صفر خواهند بود و فاکتور مقیاس نیز روی این دو مدار برابر یک خواهند بود، در عوض در روی خط استوا خطا و اعوجاج خواهیم داشت.

مماس با یک مدار استاندارد

متقاطع با دو مدار استاندارد



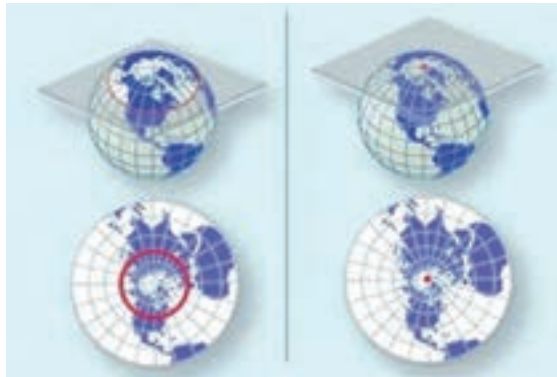
شکل ۳- سیستم مرکاتور مماسی و متقاطع

بسته به اینکه استوانه را با چه زاویه‌ای بر زمین محاط کنیم سیستم تصویر مرکاتور را به سه دسته مرکاتور ساده، مرکاتور جانبی (transverse) و مرکاتور مایل (oblique) تقسیم‌بندی می‌کنند.

### سیستم تصویر صفحه‌ای یا قطبی (Planer Projection)

فرایند کار در این سیستم طوری می‌باشد که یک صفحه فرضی بزرگ را از یک نقطه که معمولاً قطب است بر زمین مماس کرده و عوارض سطح زمین را بر صفحه فرضی تصویر می‌کنند. بسته به اینکه عوارض با چه زاویه‌ای روی سطح صفحه فرضی تصویر شود نقشه‌های متفاوتی به دست خواهد آمد. در این سیستم نیز برای توزیع مناسب خطاها از روش متقاطع استفاده می‌کنند. توزیع خطاها در حالت مماسی طوری است که به جای شکل‌گیری مدار استاندارد نقطه کانونی (focus) شکل می‌گیرد و فاکتور مقیاس در این نقطه یک بوده و هرچه از این نقطه دورتر می‌شویم خطاها افزایش می‌یابند. در نوع متقاطع نیز مدار استاندارد شکل گرفته و فاکتور مقیاس در مدار استاندارد یک خواهد بود (شکل ۴).

مماسی با یک نقطه کانونی      متقاطع با یک مدار استاندارد



شکل ۴- سیستم تصویر صفحه‌ای متقاطع و مماسی

### سیستم تصویر مخروطی (conic)

اگر صفحه‌ای فرضی را به شکل یک مخروط درآوریم سپس از طرف یک قطب زمین آن را با زمین مماس کنیم، سپس به طور فرضی چراغی در مرکز زمین قرار داده و سایه عوارض سطح زمین را که بر روی سطح داخلی مخروط افتاده است را بر روی آن ترسیم کنیم سپس مخروط را در راستای یک نصف‌النهار زمین برش داده و مسطح کنیم نقشه نیم‌کره‌ای از زمین را با استفاده از سیستم تصویر مخروطی تصویر کرده‌ایم.

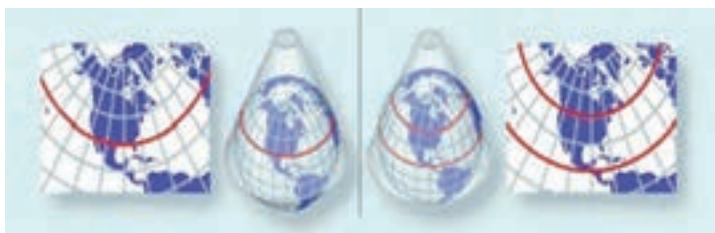
این سیستم را می‌توان برای نیم‌کره شمالی، جنوبی و یا با هر زاویه دیگر استفاده کرد. همان‌طور که

پیداست مخروط و زمین در یک مدار با هم مماس هستند که این مدار استاندارد می‌باشد و خطاها بر روی آن صفر و فاکتور مقیاس نیز یک می‌باشد و هرچه از مدار استاندارد به سمت قطبین فاصله بگیریم خطاها و اعوجاجات افزایش می‌یابند.

در این سیستم نیز همچون سایر سیستم‌های تصویر برای بهبود توزیع خطاها مخروط و زمین به شکل متقاطع می‌گیرند و با این کار دو مدار استاندارد شکل می‌گیرد (شکل ۵).

مماس با یک مدار استاندارد

متقاطع با دو مدار استاندارد



شکل ۵- سیستم تصویر مخروطی مماسی و متقاطع

از نحوه توزیع خطاها پیداست که این سیستم برای عرض‌های میانی (مثل ایران) مناسب است و دقت زمانی که ناحیه مورد نظر دارای کشیدگی غربی شرقی زیادی باشد مثل کشور ترکیه بیشتر می‌شود.

## یافته من

مساحت و اندازه کشورها در روی کره جغرافیایی واقعی است اما اندازه و وسعت آنها بر روی نقشه دو بعدی واقعی نیست. به طوری که هرچه به عرض‌های جغرافیایی بالاتر می‌رویم این اختلاف بیشتر می‌شود.

## پاسخ توسعه و کاربرد

۱ بر روی نقشه جهان نما وسعت اقیانوس آرام را نسبت به قاره قطب جنوب و سرزمین گرینلند مقایسه کنید، اندازه کدام واقعی تر است؟

پاسخ: اندازه وسعت اقیانوس آرام واقعی تر است. اما قاره قطب جنوب و سرزمین گرینلند غیر واقعی هستند.

۲ نقشه کشورهای ایران، مالزی و فنلاند با استفاده از کدام سامانه تصویری تهیه شده است؟  
پاسخ: کشور مالزی که در حوالی استوا است با سیستم تصویری استوانه‌ای و کشور فنلاند که در عرض‌های نزدیک قطب واقع شده با سیستم تصویری صفحه‌ای ترسیم می‌شود.

## ۵- تحمل گلبول‌های قرمز چقدر است؟

### هدف‌های آزمایش

- یادآوری طرز استفاده از ابزار، تهیه محلول با غلظت‌های متفاوت، ثبت دقیق مشاهده‌ها و گزارش نتایج؛
- آشنایی با فرایند اسمز؛
- مقایسه اسمز در سلول‌های گیاهی و جانوری؛
- آگاهی از اهمیت ثابت ماندن میزان فشار اسمزی در محیط داخلی بدن موجودات زنده.

### پیشینه آزمایش

«فشار اسمزی» نیرویی است که باید بر مایع وارد شود تا مانع حرکت آن از بین یک غشای نیمه تراوا شود. واژه اسمز ریشه یونانی دارد و به معنای فشار دادن است. غشای نیمه تراوا هم به غشایی گفته می‌شود که نسبت به برخی از ذرات نفوذپذیر و نسبت به بعضی دیگر نفوذناپذیر است. مولکول‌های آب (حلال) در فرایند اسمز همواره از نواحی رقیق‌تر (حل شونده کمتر) به نواحی دارای غلظت بیشتر نفوذ می‌کنند. جاکوب وانت هوف برای اولین بار رابطه زیر را کشف کرد که به احترام او به رابطه «وانت هوف» معروف است، اما این فرمول بعدها توسط هارمون نورتروپ مورس بهبود یافت. در این معادله،  $\pi$  فشار اسمزی بر حسب اتمسفر،  $M$  مولاریته،  $R$  ثابت جهانی گازها و  $T$  دما بر حسب کلوین است. چون  $M = n/V$  که در آن،  $n$  تعداد مول‌ها و  $V$  حجم است، بنابراین معادله نهایی به صورت زیر در می‌آید:

$$\pi V = nRT$$

پدیده اسمز در گلبول‌های قرمز بدن نیز وجود دارد. به این صورت که اگر گلبول‌های قرمز خون را در آب خالص قرار دهیم، مولکول‌های آب از جدار نیمه تراوای گلبول قرمز می‌گذرند و به درون آن راه می‌یابند. در نتیجه مقدار آب یاخته به تدریج افزایش می‌یابد و به پاره شدن غشای آن منجر می‌شود. اما اگر همین گلبول در محیط آب و نمک قرار گیرد، آب از درون آن به محیط اطراف نفوذ می‌کند و در نتیجه به چروکیده شدن گلبول می‌انجامد؛ بنابراین در تزریقات وریدی باید از محلول‌های ایزوتونیک که دارای فشار اسمزی یکسان با خون هستند، استفاده کرد.

## نکته‌های ایمنی

- استفاده از دستکش هنگام انجام این آزمایش ضروری است.
- هنگام کار با خون از کاربرد اشیای برنده به منظور جلوگیری از ایجاد خراش یا بریدگی اجتناب کنید.

## مهارت‌های کلیدی

- مهارت استفاده از ابزارهایی مثل میکروسکوپ و تهیه نمونه برای مطالعه با آن؛
- داشتن سرعت عمل و دقت برای بالا رفتن میزان ضریب اطمینان و کاهش میزان خطای آزمایش؛
- توانایی اندازه‌گیری و تهیه محلول با غلظت‌های دقیق.

## بر دانش خود بیفزایید

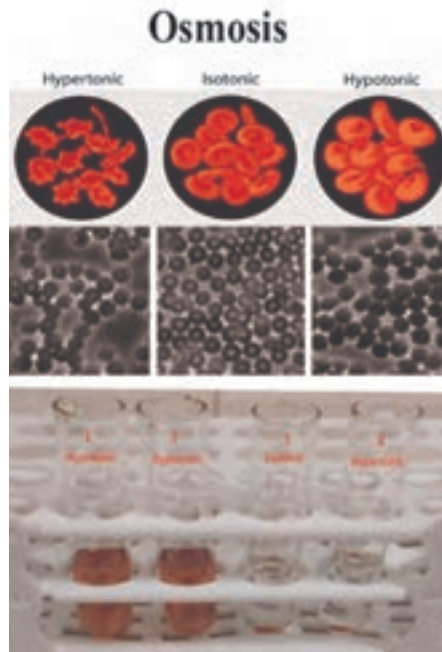
بافت خونی شامل پلاسما و یاخته‌های خونی است. گلبول‌های قرمز یا اریتروسیت‌ها دارای دو بخش متمایز هستند: یکی قسمت غشایی که باعث جلوگیری از خروج هموگلوبین می‌شود و دیگری هموگلوبین که بیشتر فضای درون سلولی را فرا می‌گیرد. «همولیز» عبارت است از خروج هموگلوبین از گلبول‌های قرمز تحت تأثیر هر عاملی. بنابراین همولیز با پاره شدن غشای گلبولی و خارج شدن هموگلوبین همراه است. در این مخلوط، خون و آب پس از عمل همولیز به علت محلول بودن هموگلوبین در آب شفاف می‌شود و جسم گلبولی که بی‌رنگ است، ته ظرف رسوب می‌کند.

هرگاه گلبول‌های قرمز در یک محلول «کم فشار» (هیپوتونیک) قرار گیرند، طبق قانون اسمز آب به داخل آنها وارد و متورم می‌شوند. این عمل به عوامل متفاوتی از جمله نسبت سطح به حجم، فشار اسمزی داخل یاخته و میزان نفوذ پذیری غشای آنها بستگی دارد. اگر فشار اسمزی محیط از حد معینی کمتر شود، غشای گلبولی پاره و هموگلوبین آزاد می‌شود. برعکس، اگر گلبول‌ها در یک محیط «پرفشار» (هیپرتونیک) قرار گیرند، آب خود را از دست می‌دهند و سطح گلبول‌ها چروکیده می‌شود.

کیفیت همولیز منحصراً به فشار اسمزی بستگی ندارد، بلکه در محیط‌های هم فشار یا ایزوتونیک نیز گلبول‌های قرمز تحت تأثیر برخی از مواد شیمیایی، مانند اسیدها، سموم و... همولیز می‌شوند که به چنین موادی «همولیزکننده» می‌گویند. اسمولالیته پلاسمای معمولی برابر با ۳۰۰ میلی اسمول در یک کیلوگرم آب، یعنی برابر با محلول سدیم کلرید ۰/۹ درصد است.

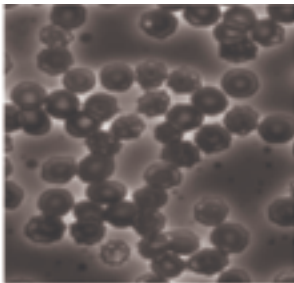
در اسیدیتة ثابت و دمای معمولی، هنگامی که گلبول‌های قرمز در محلول ۰/۶ درصد سدیم کلرید با اسمولالیته ۲۰۰ میلی اسمول قرار گیرند، متورم می‌شوند و افزایش حجم پیدا می‌کنند؛ ولی هموگلوبین آنها خارج نمی‌شود.

به تدریج با رقیق شدن محلول سدیم کلرید در غلظت خاصی، تمام گلبول‌ها همولیز می‌شوند. همولیز اسمزی اصولاً در داخل بدن اتفاق نمی‌افتد، ولی آزمایش شکندگی اسمزی در تعیین حالت مرضی گلبول‌های قرمز، نظیر «اسفروسیتوز ارثی» و «اسفروسیتوز اکتسابی» مفید است. در بعضی از بیماری‌ها، شکندگی غشای گلبول‌های قرمز افزایش می‌یابد و آنها کمتر می‌توانند محیط‌های کم فشار را تحمل کنند. تصویر زیر، تصویرهای شماتیک و میکروسکوپی گلبول‌های قرمز را در محیط‌های پرفشار، هم فشار و کم فشار نشان می‌دهد.

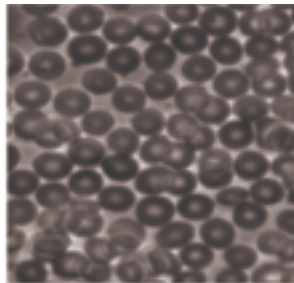


گلبول قرمز در محیط کم فشار (راست)، هم فشار (وسط) و پرفشار (چپ)

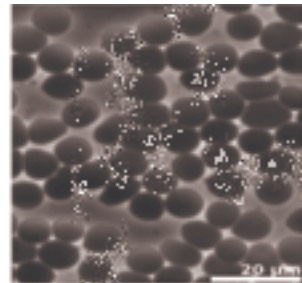
پرفشار



هم فشار



کم فشار



گلبول‌های قرمز

## نکته‌های مهم انجام آزمایش

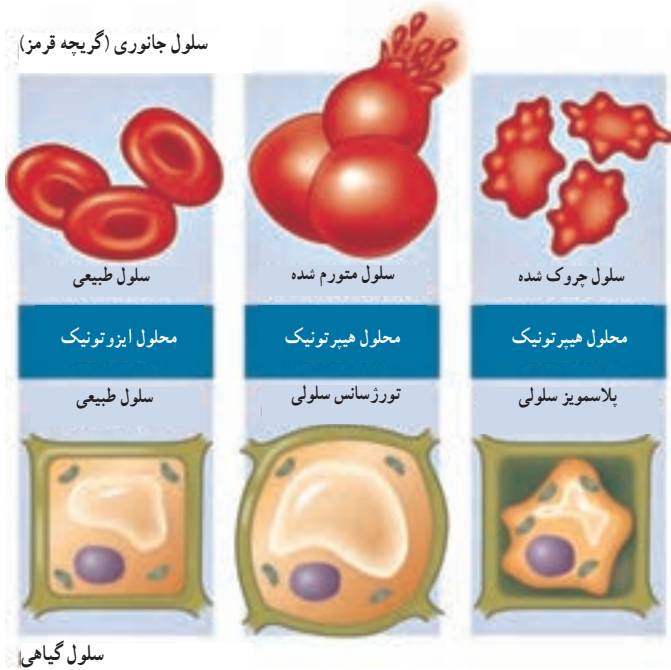
- دقت کنید که لوله‌های آزمایش کاملاً تمیز و عاری از هر گونه آلودگی باشند.
- لوله‌ها را با برچسب شماره گذاری کنید و به ترتیب در جالوله‌ای قرار دهید.
- برای تهیه محلول‌های مورد نظر از آب مقطر استفاده کنید.
- برای جلوگیری از انعقاد خون در طول آزمایش، بهتر است از «خون هپارینه» استفاده شود.
- تیغک‌های کاملاً تمیز را نیز با برچسب شماره گذاری کنید و از محلول لوله هم شماره آن روی هر تیغه بچکانید و به ترتیب شماره با میکروسکوپ مشاهده کنید.
- برای چکاندن محلول روی تیغک از قطره چکان‌های جداگانه استفاده کنید، یا قبل از تهیه هر نمونه، قطره چکان را خوب بشویید.

## پاسخ فعالیت‌ها و پرسش‌های کتاب

- 1 نتایج این آزمایش را با آزمایش اثر غلظت‌های مختلف ساکاروز بر سلول‌های روپوست پیاز مقایسه کنید. پاسخ: همان‌طور که در تصویرهای ۱۳ و ۱۴ مشخص است، در محیط پرفشار یاخته آب از دست می‌دهد و چروکیده می‌شود. در یاخته‌های، جانوری، مثل گلبول قرمز، چروکیده شدن یاخته در محیط‌های پرفشار در مطالعه نمونه با میکروسکوپ کاملاً مشهود است. یاخته‌های گیاهی نیز در محیط پرفشار آب از دست می‌دهند که به چروکیده شدن غشای یاخته و فاصله گرفتن آن از دیواره یاخته‌ای منجر می‌شود. به همین دلیل در آزمایش مشابه با یاخته‌های گیاهی توصیه شد از روپوست رنگین پیاز استفاده شود. در محیط هم فشار میزان ورود و خروج آب از غشای یاخته یکسان است و در نتیجه اندازه یاخته تغییر نمی‌کند. اما در محیط‌های کم فشار، آب وارد یاخته می‌شود و در نتیجه حجم یاخته افزایش می‌یابد. در یاخته‌های گیاهی، به علت وجود دیواره، حجم یاخته از حد معینی بیشتر نمی‌شود، اما ورود مقدار زیاد آب به داخل یاخته جانوری و کشش غشا به پاره شدن آن و متلاشی شدن یاخته می‌انجامد.



تصویر ۱۳- تصویر تهیه شده از گلبول‌های قرمز در محلول‌های دارای غلظت‌های متفاوت



تصویر ۱۴- مقایسه اثر اسمز بر یاخته‌های جانوری و گیاهی

۲ در رابطه با ترکیب و غلظت سرم‌های تزریقی تحقیق کنید و با توجه به نتیجه این آزمایش توضیح دهید

که چرا نمی‌توان به انسان آب خالص تزریق کرد؟

پاسخ ۲: محلول سدیم کلرید ۰/۹ درصد با داخل گلبول قرمز هم فشار است. لذا فشار اسمزی محلول‌های دارویی و سرم‌های تزریقی نیز باید در این حد باشد. در غلظت‌های بالاتر سدیم کلرید، گلبول‌های قرمز چروکیده می‌شوند. همولیز گلبول‌های قرمز انسان در غلظت ۰/۴۵ درصد سدیم کلرید شروع و در غلظت ۰/۳۵ کامل می‌شود. در این آزمایش آب خالص و محلول سدیم کلرید ۰/۹ درصد به عنوان شاهد در نظر گرفته می‌شوند. تزریق آب خالص به علت کم فشار بودن باعث همولیز می‌شود.



## ارزشیابی

ارزشیابی فرایند : بخشی از نمره دانش‌آموزان به فعالیت‌های ایشان در اجرای آزمایش اختصاص داده شود که می‌تواند به همکاری مؤثر در گروه، دقت در اندازه‌گیری و ثبت نتایج و کاربرد صحیح ابزار اختصاص داده شود.

ارزشیابی پایانی : شامل دو بخش عملی و نظری است. در بخش عملی از دانش‌آموز بخواهید که ابزار و شرایط یک مرحله از آزمایش را آماده کند. مثلاً یک مرحله از آزمایش را به طور کامل انجام دهد. در بخش نظری می‌توانید از مبانی نظری آزمایش سؤال‌هایی مطرح کنید و از دانش‌آموز بخواهید نتیجه آزمایش فرضی شما را پیش‌بینی و استدلال کند.

## آزمایش‌های مشابه (جایگزین)

با توجه به اینکه آزمایش فوق فقط برای گلبول‌های قرمز طراحی شده است لذا آزمایش جایگزین در این مورد پیشنهاد نمی‌شود.

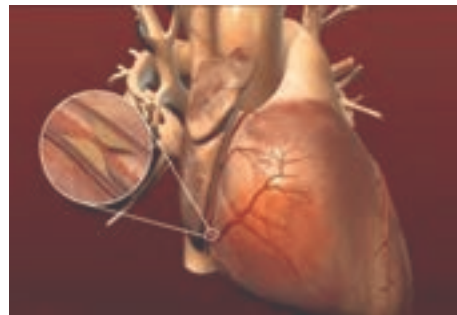
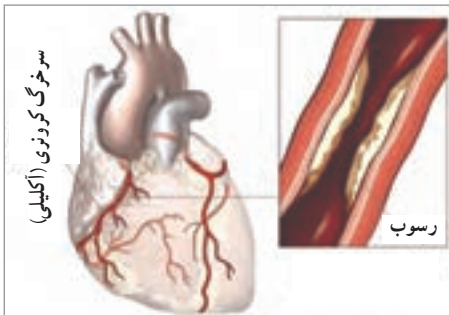
## ۶- بنیه من چقدر است؟

### هدف‌های آزمایشی

- آشنایی با اهمیت دستگاه گردش خون در تأمین نیازهای سایر دستگاه‌های بدن؛
- آشنایی با تست ورزش و کاربرد آن در تعیین سلامت قلب و سطح فعالیت قابل تحمل فرد.

### پیشینه آزمایش

تست ورزش یکی از مهم‌ترین روش‌های بررسی بیماری رگ‌های کرونری قلب است. زمانی که بیمار شروع به ورزش می‌کند، عضلات نیاز بیشتری به خون رسانی دارند و بنابراین قلب مجبور است ضربان‌های تندتر و محکم‌تری ایجاد کند. به این ترتیب حین ورزش، خود قلب از همه اعضای بدن فعال‌تر است و نیاز به خون‌رسانی بیشتری دارد. در یک قلب سالم رگ‌های کرونری می‌توانند جواب‌گوی این نیاز افزایش‌یافته باشند. اما زمانی که رگ‌های کرونری دچار تنگی هستند، از عهده این کار بر نمی‌آیند و قلب دچار کمبود خون رسانی و اکسیژن و متعاقب آن، درد احساس می‌شود (تصویر زیر). در این شرایط تغییراتی در نوار قلبی، فشار خون و ضربان قلبی ایجاد می‌شود که بیماری را آشکار می‌سازد. این موضوع اساس به‌وجود آمدن تست ورزش است.



رگ‌های کرونری قلب و منطقه گرفتگی یک رگ کرونری

از تست ورزش، علاوه بر تشخیص تنگی رگ‌های کرونری، برای تعیین سطح فعالیت قابل تحمل بیمار نیز استفاده می‌شود. همچنین بعد از سکته قلبی برای سنجش میزان تحمل قلب به کار می‌رود. هنگام تست ورزش بیمار به مدت ۶ تا ۱۵ دقیقه تحت فعالیت مداوم و پیشرونده قرار می‌گیرد و هر سه دقیقه مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

### تست ورزش چگونه انجام می‌شود؟

در حالی که به‌طور مداوم نوار قلب، فشار خون و ضربان قلب بیمار ثبت می‌شود، او روی یک دستگاه تردمیل راه می‌رود. به تدریج سرعت دستگاه اضافه می‌شود. اگر بیمار بتواند تا حد نهایی ضربان مجاز قلبی خود فعالیت کند و دچار مشکل نشود، تست قطع می‌شود و این به مفهوم منفی بودن تست و سلامت فرد است. اما در صورتی که تغییراتی خاص در نوار قلب یا فشار خون در حین تست ورزش ایجاد شود، تشخیص تنگی رگ‌های کرونری داده می‌شود.

قبل از شروع تست، ابتدا تاریخچه بیماری گرفته می‌شود، معاینه فیزیکی به عمل می‌آید و فاکتورهای تعداد ضربان قلب، فشار خون و نوار قلبی ثبت می‌شوند. موارد فوق در پایان هر مرحله از تست و بلافاصله قبل و بعد از خاتمه تست و همچنین در مرحله استراحت بعد از فعالیت (ریکاوری)، هر یک دقیقه به مدت ۱۰-۵ دقیقه انجام می‌گیرند.

### نکته ایمنی

دانش‌آموزانی که مشکل قلبی دارند، از انجام این فعالیت خودداری کنند.

### مهارت‌های کلیدی

■ دقت در ثبت زمان؛

■ دقت در ثبت نتایج؛

■ توانایی رسم نمودار و تفسیر آن.

### بر دانش خود بیفزایید

همان‌طور که می‌دانیم، متخصصان ورزشی توصیه می‌کنند که مردم بدون در نظر گرفتن سن و وضعیت جسمانی دائماً در حال فعالیت فیزیکی باشند. روزانه به‌طور کاملاً منظم به فعالیت ورزشی بپردازند و به‌طور کاملاً جدی از کم‌حرکی بپرهیزند. تأثیرات درازمدت انجام فعالیت بدنی، شامل افزایش کلسترول خوب، کاهش کلسترول بد، افزایش قدرت متابولیسم، کنترل وزن، کاهش اضطراب و افسردگی، افزایش طول عمر و کاهش خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی است. اغلب متخصصان ورزشی انجام فعالیت بدنی روزانه به میزان ۳۰ دقیقه را توصیه می‌کنند. این تمرینات می‌تواند چندین بار در طول روز به صورت کوتاه مدت، یعنی به صورت سه مرحله ۱۰ دقیقه‌ای یا دو مرحله ۱۵ دقیقه‌ای انجام شود.

فعالیت بدنی سبب افزایش ضربان قلب می‌شود. قبل از شروع ورزش لازم است تعداد نبض خود را در دقیقه

شمارش کنید که به آسانی با کمی فشردن سه انگشت در محل نزدیک مچ دست قابل انجام است. برای یک فرد بزرگ سال متوسط جثه، در حالت استراحت، تعداد ۸۰-۷۰ ضربان در دقیقه طبیعی محسوب می‌شود. بعد از هر مرحله فعالیت بدنی، ضربان قلب را شمارش کنید. تعداد ضربان قلب باید در حین فعالیت ورزشی نسبت به حالت استراحت بیشتر شود. افزایش تعداد ضربان به سن بستگی دارد. برای هر فردی یک هدف برای ضربان قلب وجود دارد. تعداد ضربان قلب در دقیقه باید در حد منطقه هدف باشد تا آن فعالیت ورزشی برای قلب مناسب قلمداد شود. اگر ضربان کمتر از حد هدف باشد، کمتر به قلب کمک می‌کند. خسته شدن بیش از حد هم برای قلب مضر است. نحوه اندازه‌گیری نبض: تعداد ضربان نبض را در ۱۵ ثانیه بشمارید و آن را در عدد چهار ضرب کنید و یا تعداد ضربان را در مدت زمان ۱۰ ثانیه بشمارید و سپس آن را در عدد شش ضرب کنید.

نکته: هنگام گرفتن نبض، زمان گیری باید از اولین موج نبض شروع شود و این نبض برابر با صفر فرض شود. سپس نبض بعدی به عنوان شماره ۱ به حساب آید. بنابراین شمارش باید از صفر شروع شود و نه از یک.

ضربان قلب ماکزیمم: حداکثر تعداد ضربانی است که قلب می‌تواند تولید کند. این تعداد ضربان با فرمول زیر قابل سنجش است.

$$\text{ضربان قلب ماکزیمم (بیشینه)} = \text{سن بر حسب سال} - ۲۲۰$$

ضربان قلب هدف: تعداد ضربان قلبی است که در آن به سیستم قلبی - رگی بدن، صدمه وارد نمی‌شود. هنگام فعالیت بدنی نباید تعداد ضربان قلب از حد ضربان قلب هدف فراتر رود. ضربان قلب هدف معمولاً ۸۰-۶۰ درصد ضربان قلب ماکزیمم است.

زمان بازگشت به حالت اولیه: مدت زمانی است که پس از فعالیت جسمی، ضربان قلب به ضربان در حال استراحت بازمی‌گردد. هر چه این زمان کوتاه‌تر باشد، فرد از آمادگی جسمی بالاتری برخوردار است.

#### تعداد ضربان قلب منطقه هدف بر حسب سن

سن بر حسب سال	منطقه هدف / ضربان در دقیقه	حداکثر ضربان قلب در دقیقه (ماکزیمم)
۲۰	۱۲۰-۱۷۰	۲۰۰
۲۵	۱۱۷-۱۶۶	۱۹۵
۳۰	۱۱۴-۱۶۲	۱۹۰
۳۵	۱۱۱-۱۵۷	۱۸۵
۴۰	۱۰۸-۱۵۳	۱۸۰
۴۵	۱۰۵-۱۴۹	۱۷۵
۵۰	۱۰۲-۱۴۵	۱۷۰
۵۵	۹۹-۱۴۰	۱۶۵
۶۰	۹۶-۱۳۶	۱۶۰
۷۰	۹۰-۱۲۸	۱۵۰

آیا شما در منطقه هدف هستید؟ مدتی ورزش کنید تا ضربان قلب و تعداد تنفس بالا رود. سپس نبض خودتان را بشمارید و بررسی کنید که آیا در منطقه هدف هستید؟ اگر نبض شما در منطقه هدف باشد، کمی سخت‌تر ورزش کنید و چنانچه بالای منطقه هدف باشد، شدت فعالیت ورزشی را کاهش دهید.

یک جلسه ورزش شامل سه قسمت است: گرم کردن، ورزش در حد ضربان هدف و خنک کردن. ابتدا پنج دقیقه بدنتان را گرم کنید، ۳۰-۱۵ دقیقه در حد منطقه هدف ورزش کنید و پنج دقیقه بدنتان را سرد کنید و دقت کنید که ضربان قلبتان در منطقه هدف باشد. سرد کردن یا شل کردن بدن، بعد از انجام ورزش، همانند گرم کردن قبل از انجام ورزش، اهمیت دارد. چرا که به ماهیچه‌ها استراحت می‌دهد و ضربان قلب را کم می‌کند و باعث برگرداندن آن به ریتم طبیعی می‌شود. سرد کردن بدن باید لذت بخش باشد و شما با انجام آن احساس خوشایندی پیدا کنید.

علل تعداد ضربان قلب بیشتر از حد طبیعی: شوک، خونریزی، گرم‌زدگی، کم‌آبی، تب، درد، هیجان‌ها فعالیت بدنی، استرس، پرکاری غده تیروئید، کم‌خونی، مصرف کافئین و سایر محرک‌ها استعمال سیگار و...  
علل تعداد ضربان قلب کمتر از حد طبیعی: کم‌کاری غده تیروئید، مصرف داروهای قلبی عروقی، بیماری‌ها و نارسایی‌های قلبی، افت حرارت بدن، بی‌اشتهایی عصبی، گرم‌زدگی شدید، مصرف سرکوب‌کننده‌ها مثل الکل و...

## نکته‌های مهم انجام آزمایش

- رعایت شدت فعالیت در هر مرحله آزمایش؛
- رعایت فاصله زمانی مناسب بین مراحل آزمایش؛
- ثابت بودن شرایط فیزیکی و روانی فرد مورد آزمایش و همچنین شرایط محیط در طول آزمایش.

## پاسخ فعالیت‌ها و پرسش‌های کتاب

تحقیق کنید با توجه به نتایج به دست آمده، بنیه افراد چگونه تعیین می‌شود؟  
پاسخ: این آزمایش در سه مرحله طراحی شده است: در مرحله اول رابطه بین تعداد ضربان قلب و شدت کار بررسی می‌شود. نتایج نشان می‌دهد که با افزایش فعالیت، تعداد ضربان قلب در دقیقه افزایش می‌یابد. در مرحله دوم میزان بنیه قلبی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. نتایج نشان می‌دهد که به تدریج با افزایش فعالیت، تعداد ضربان افزایش می‌یابد تا به حد ماکزیمم برسد. بعد از آن با ادامه فعالیت بدنی ضربان قلب افزایش نخواهد داشت. سپس با قطع فعالیت بدنی به تدریج ضربان قلب کاهش می‌یابد تا به حد استراحت بازگردد. هر قدر که قلب دیرتر به اوج ضربان برسد و زودتر به ضربان پایه در حالت استراحت برگردد، بنیه بهتری دارد. چنین قلب‌هایی در فعالیت‌های سریع و ناگهانی دیرتر به اوج ضربان خواهند رسید.

## ارزشیابی

■ ارزشیابی فرایند: بخشی از نمره دانش آموزان به فعالیت‌های ایشان در اجرای آزمایش تعلق دارد که می‌تواند به همکاری مؤثر در گروه، دقت در اندازه‌گیری و ثبت نتایج و کاربرد صحیح ابزار اختصاص داده شود.

■ ارزشیابی پایانی: شامل دو بخش عملی و نظری است. در بخش عملی از دانش آموز بخواهید که ابزار و شرایط یک مرحله از آزمایش را آماده کند؛ مثلاً یک مرحله از آزمایش را به‌طور کامل انجام دهد. در بخش نظری می‌توانید از مبانی نظری آزمایش سؤال‌هایی مطرح کنید و از دانش آموز بخواهید نتیجه آزمایش فرضی شما را پیش‌بینی و استدلال کند.

## آزمایش مشابه (جایگزین)

با توجه به ساده بودن روش آزمایش و در دسترس بودن همه مواد و ابزار مورد نیاز، اجرای آن در تمام مدرسه‌ها امکان‌پذیر است و آزمایش جایگزین پیشنهاد نمی‌شود.

## ۷- ارزش غذایی کدام سبزی‌ها بیشتر است؟

### هدف‌های آزمایش

- شناسایی خواص برخی گیاهان دارویی؛
- بررسی رنگ‌های گیاهی و خواص دارویی و تغذیه‌ای آنها.

### پیشینه آزمایش

انسان‌های نخستین با آزمون و خطا دریافتند که برخی گیاهانی که می‌خورند، به بهبودی آنها کمک می‌کنند. در پزشکی کهن، داروها از گیاهان به دست می‌آمدند. در تولد رستم، موبد پزشکی به دستور سیمرغ مرهمی از کوبیدن گیاهی مخصوص و آمیختن آن با شیر و خشک کردن آن در سایه، می‌سازد و بر زخم عمل رودابه می‌گذارد. نکته‌ی ظریف این دستور، توصیه به خشک کردن مرهم در سایه است، تا خواص آن در اثر نور آفتاب و گرما از بین نرود؛ توصیه‌ای که امروزه هم در خشک کردن گیاهان و نگهداری داروها به قوت خود باقی است. مصریان تقریباً از همه‌ی قسمت‌های گیاه استفاده می‌کردند. طب بابل توسط لوح‌های کوچکی که نام داروها را به خط میخی روی آنها نوشته‌اند، برجای مانده است. در کنار طب سوزنی که در چین اختراع شد، مهم‌ترین قسمت طب سنتی چین علم داروهای گیاهی بوده است.

گیاه‌شناسی در ایران قبل از اسلام نیز سابقه‌ی طولانی داشت. پزشکان ایرانی از صدها گیاه و رستنی درمان‌بخش آگاه بودند و آنها را مقدس می‌شمردند. در طب یونانی نیز دمنوش کاربرد داشته است. بقراط ارتباط میان شکل گیاهان و بیماری‌های قابل درمان توسط آنها را مطرح کرد. جالینوس، پزشک یونانی تجربیات خود را در ۱۱ جلد کتاب ثبت کرد. او بنیان‌گذار شاخه‌ی خاصی از طب به نام «جالینوسی» (علم مواد دارویی و تهیه‌ی آنها) بود.

در قرن اول میلادی نخستین کارهای معتبر در مورد علم گیاه‌درمانی انجام شد. دیوسکوریدوس که اساس کار خود را بر پایه‌ی کار بقراط بنا نهاده بود، شکل، مشخصات و خواص بیش از ۵۰۰ گیاه را در کتاب خویش ارائه کرد که تا ۱۵۰ سال بعد به‌عنوان یک کتاب مرجع مورد استفاده قرار می‌گرفت. در همان زمان یک طبیعی‌دان رومی به نام پلینی کتاب «تاریخ طبیعی» را تدوین کرد که در آن به شرح گیاهان و خواص درمانی آنها پرداخت. هفت قرن بعد که در اروپا به قرون وسطا موسوم است، صومعه‌ها وظیفه‌ی زنده نگه‌داشتن گیاه‌درمانی را بر عهده گرفتند. راهبان از گیاهان برای درمان بیماران استفاده کردند و مزرعه‌هایی را به پرورش این گیاهان اختصاص دادند.

آغاز کاربرد وسیع گیاهان دارویی و رونق و گسترش آنها در کشورهای شرقی، به خصوص در دوره اسلام، به زمانی برمی گردد که شرق به کارها، نوشته ها و ترجمه های آثار بقراط و جالینوس و کتاب های دیوسکوریدوس، پلینیوس و دیگران دست یافت و در اوایل قرن سوم میلادی آنها را به عربی ترجمه کرد. کتاب «گیاهان» یا «الحشایش» یکی از مهم ترین ترجمه های این منابع است. محمد بن زکریای رازی دایرة المعارفی در درمان شناسی به نام کتاب «الحاوی فی الطب» و کتاب خلاصه پزشکی، به نام «المنصوری» و کتاب دیگری به نام «منافع الاغذیه و دفع مضارها» را نوشت. این کتاب ها و بقیه آثار او، مخزن و مرجع مهم اطلاعات گیاه شناختی برای نسل های متمادی در شرق و غرب بوده است. پزشک نامور، بوعلی سینا، ۸۱۱ داروی گیاهی را در کتاب «قانون» همراه با اثرات آنها بر بدن انسان شرح داده است.

اختراع دستگاه چاپ به وسیله گوتنبرگ و کشف آمریکا به وسیله کریستف کلمب، علم گیاه شناسی را گسترش داد. نتیجه مستقیم این دو واقعه، چاپ تعداد زیادی از مجموعه های گیاهی و وارد کردن داروهای جدید بسیار به اروپا بود. پاراسلسوس، دانشمند، سوئیسی، با جمع آوری تجربیات گوناگون، پایه و اساس محکمی در طب به وجود آورد. «گنجینه گیاهان» یکی از مهم ترین آثار این دانشمند است. او برای طب گیاهی اولویت خاصی قائل بود و به اثرات درمانی آب های معدنی و گیاهان محلی توجه زیادی داشت. به علاوه، اولین کسی بود که علم شیمی را در روش های درمانی شرکت داد. او در تاریخ علم طب به عنوان اصلاح کننده طب و به بیان دیگر، بنیان گذار شیمی درمانی و پزشکی مطلع در باب گیاهان دارویی شناخته شده است. بالاخره به لطف کتاب الکساندر چیرش به نام «رسالة فارماکولوژی» بود که مطالعه گیاهان دارویی و داروهای طبیعی در میان علوم شناخته شده دیگر جای گرفت.

## بر دانش خود بیفزایید

### رنگ سبز در گیاهان

سبز به خاطر رابطه اش با طبیعت به عنوان نماد اصلاح، حاصل خیزی و تجدید حیات نیز مورد استفاده قرار می گیرد. سبز رنگ درمان و آرامش است. کاهش استرس و آرام کردن ذهن و دور کردن نگرانی ها همراه با افزایش نیروی بدن از آثار روانی و ذهنی رنگ سبز است. گیاهان به علت وجود کلروفیل بیشترین رنگ سبز در طبیعت را به خود اختصاص می دهند. در طبیعت، گروهی از مواد معدنی نیز رنگ سبز دارند. برای مثال، سبزی زمرد به دلیل وجود کروم آن است. جانورانی نظیر قورباغه ها، مارمولک ها و دیگر خزندگان و دوزیستان و انواعی از ماهی ها، حشره ها و پرندگان در طبیعت سبز رنگ هستند. بسیاری از حیوانات با استفاده از رنگ سبز خود را بین گیاهان استتار می کنند.





استار در بین گیاهان

## گیاهان دارویی در ایران

در ایران حدود ۸۰۰۰ گونه گیاهی موجود است که از این تعداد ۲۳۰۰ گونه جز گیاهان معطر و دارویی هستند. یک گیاه دارویی همیشه اثری مشخص ندارد و طیف اثرات آن ممکن است زیاد یا کم شود. به این معنی که یک گیاه ممکن است در درمان چندین بیماری مؤثر باشد و برعکس برای تقویت اثر درمانی آنها، غالباً مخلوطی از چند گیاه تهیه می‌شود تا تأثیرشان چند برابر شود.

## دشمن سرطان

در بسیاری از مقاله‌ها از سبزی‌های برگ سبز تیره، با عنوان «غذاهایی که با سرطان می‌جنگند» نام برده شده است. این سبزی‌ها منابع خوبی از کاروتنوئیدها، مانند بتاکاروتن، گزانتین، لوتئین و نیز فولات و فیبر به همراه ساپونین‌ها و فلاونوئیدها هستند. کاروتنوئیدهای موجود در سبزی‌های برگ سبز تیره از رشد انواع اصلی یاخته‌های سرطانی جلوگیری می‌کنند. برخی تحقیقات نشان داده‌اند که فولات موجود در سبزی‌های برگ سبز تیره، خطر ابتلا به سرطان لوزالمعده را کم می‌کند و فیبر موجود در آنها از پیشرفت سرطان کولورکتال (روده بزرگ) جلوگیری می‌کند.

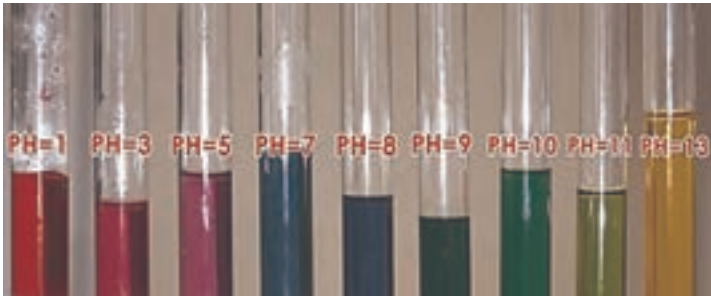
این سبزی‌ها احتمال ابتلا به بیماری‌های قلبی عروقی را کاهش می‌دهند، زیرا چربی کم و فیبر بالایی دارند و غنی از اسید فولیک، ویتامین C، پتاسیم و منیزیم هستند. منیزیم در تنظیم میزان قند خون و پتاسیم در تنظیم فشار خون و عملکرد قلب مؤثر است. این گیاهان به علاوه دارای ترکیباتی مانند لوتئین، بتا کریپتو گزانتین، زاگزانتین و بتا کاروتن هستند. تحقیقات نشان داده‌اند که افزودن یک واحد از این سبزیجات به برنامه غذایی روزانه، ۱۱ درصد بیماری قلبی و ۹ درصد خطر دیابت را کاهش می‌دهد. از سوی دیگر، به علت دارا بودن بتا کاروتن و تبدیل آن به ویتامین A در بدن موجب بهبود عملکرد سیستم ایمنی می‌شود.

سبزی‌های دارای برگ تیره، به دلیل داشتن کالری کم، برای کنترل وزن نیز بسیار مناسب هستند. در نتیجه با خوردن مقدار زیادی از آنها، هم می‌توانیم مواد مغذی مورد نیاز بدنمان را دریافت کنیم و هم می‌توانیم به پُر شدن حجم معده کمک کنیم. علاوه بر این، سبزی‌های با برگ سبز تیره، مملو از ویتامین‌های E، C، K و برخی از ویتامین‌های گروه B هستند. ویتامین K، علاوه بر نقش شناخته شده‌ای که در انعقاد خون دارد، در پیشگیری از بیماری‌هایی چون «استئوپروز» (پوکی استخوان)، «آرترواسکلروز» (تصلب شرائین)، «آرتريت روماتوئید» (التهاب مفاصل) و «دیابت» حائز اهمیت است. رنگدانه‌های گزانیتن و لوتئین موجود در این سبزی‌ها، علاوه بر اینکه ضد سرطان هستند، در برابر بیماری‌های چشم و آب مروارید نیز نقش حفاظتی دارند. علاوه بر اثرات ضد سرطانی آنتی‌اکسیدان‌های موجود در سبزی‌های برگ سبز تیره، این آنتی‌اکسیدان‌ها نقش مهمی در پیشگیری از علائم پیری دارند. آنتی‌اکسیدان‌ها از اثرات مخرب رادیکال‌های آزاد در بدن جلوگیری می‌کنند. خوراکی‌های سبزرنگ را می‌توان جزء محبوب‌ترین نوع خوراکی‌ها دانست. میوه‌ها و سبزی‌ها جزء اصلی این گروه از خوراکی‌ها هستند.



### سایر رنگیزه‌های گیاهی

«آنتوسیانین»ها در بافت اکثر گیاهان، شامل برگ‌ها، ساقه‌ها، ریشه‌ها، گل‌ها و میوه‌ها موجود هستند. نقش آنها حفاظت از سلول‌های فتوسنتزی گیاهان از طریق جذب اشعه‌های مضرى نظیر فرا بنفش است. آنتوسیانین در پرتقال خونى، گیلاس، توت فرنگى و سایر خوراکی‌های قرمز و بنفش رنگ، مانند چای ترش یافت می‌شود و ممکن است میزان خطر ابتلا به عوارض قلبی و چاقی مفرط را کاهش دهد. آنتوسیانین‌ها رنگ دانه‌های محلول در آبی هستند که در محیط‌هایی با PH متفاوت، تغییر رنگ‌هایی از قرمز تا بنفش و به آبی را نشان می‌دهند. همچنین از زیرمجموعهٔ مولکولی «فلاونوئیدها» محسوب می‌شوند. بسیاری از آنها در شرایط اسیدی قرمز رنگ هستند و هر چه میزان اسیدیته کمتر شود، به رنگ آبی - بنفش نزدیک‌تر می‌شوند. با افزایش خاصیت قلیایی محیط، به رنگ سبز تا زرد نیز تغییر می‌کنند.



«کاروتنوئید»ها رنگدانه‌های زرد، قرمز، نارنجی در گیاهان، سبزی‌ها و میوه‌ها هستند. آنها از رنگدانه‌هایی هستند که در جذب نور در گیاهان نقش بسیار مهمی دارند. از کاروتنوئیدهای مهم می‌توان به بتاکاروتن، آلفا کاروتن، لیکوپن و گزانتوفیل اشاره کرد. بتاکاروتن و آلفاکاروتن رنگ نارنجی، لیکوپن رنگ قرمز و گزانتوفیل رنگ زرد را سبب می‌شوند.

کاروتنوئیدها ترکیبات محلول در چربی هستند. غذاهای غنی از کاروتنوئید هنگامی که وارد جریان خون می‌شوند، جذب مواد مغذی را در بدن بالا می‌برند. از آنجایی که افزایش مصرف غذاهای غنی از کاروتنوئیدها با کاهش خطر ابتلا به بعضی از بیماری‌های تخریبی همراه است، چنین برمی‌آید که این مواد در بهبود عملکرد سیستم ایمنی نقش ویژه‌ای را ایفا می‌کنند. خواص آنتی‌اکسیدانی کاروتنوئیدها به کاهش التهاب در بدن منجر

می‌شود. خواص ضد التهابی کاروتنوئیدها در واقع با بهبود سلامت قلب و عروق همراه است. کاروتنوئیدها به عنوان آنتی‌اکسیدان‌های ویژه نقش مؤثری در جلوگیری از ابتلا به سرطان دارند.



## پرسش‌ها و فعالیت‌های تکمیلی

- ۱ در مورد انواع رنگ‌دانه‌های گیاهی و ارزش تغذیه‌ای آنها تحقیق کنید.
- ۲ با توجه به نتایج به دست آمده، چرا خوردن سبزیجات با رنگ سبز تیره توصیه می‌شود؟  
پاسخ: به دلیل ترکیبات مغذی و مفیدی که خواص آنها در شرح آمده است.

## ارزشیابی

- ارزشیابی فرایند: بخشی از نمره دانش‌آموز به فعالیت‌های ایشان در اجرای آزمایش، همکاری مؤثر در گروه، دقت در انجام آزمایش و ثبت نتایج اختصاص داده شود.
- ارزشیابی پایانی: شامل دو بخش عملی و نظری است. از دانش‌آموز بخواهید که:
  ۱. نوع رنگیزه‌های موجود در گلبرگ و میوه گیاهانی که در اختیار او قرار داده‌اید را به طور تقریبی شناسایی کند.
  ۲. به عنوان یک فعالیت در طول ترم، خواص دارویی تعدادی از گیاهان را جمع‌آوری کند.

## آزمایش مشابه (جایگزین)

قطعات ریزشده کلم قرمز یا عصاره آن را در لوله‌های آزمایش بریزید و تنوع رنگی ایجادشده را در PH‌های متفاوت بررسی کنید. برای مثال، در محیط‌های «آب خالص»، «آب خالص + چند قطره سرکه سفید»، «آب خالص و کمی جوش شیرین».

## ۸- چه رابطه‌ای بین شدت، رنگ نور و میزان فتوسنتز وجود دارد؟

### هدف‌های آزمایش

- بررسی رابطه شدت نور بر فتوسنتز؛
- بررسی رابطه نوع و رنگ نور و فتوسنتز.

### بر دانش خود بیفزایید

نور عامل ادامه حیات در زمین است. تمامی موجودات برای رشد به انرژی نیاز دارند. کسب انرژی در گیاهان به وسیله فرایندی به نام «فتوسنتز» انجام می‌شود که نور در این فرایند نقش اساسی دارد. کیفیت، شدت و طول مدت نوردهی تأثیر مستقیمی بر رشد گیاهان دارند. نیاز به نور در تمامی گیاهان وجود دارد، اما این نیاز در گیاهان از نظر کمی و کیفی برابر نیست.

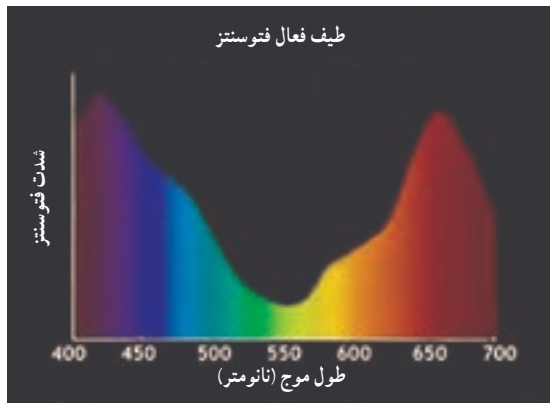


نور رشد گیاه و انجام واکنش‌های فتوشیمیایی در گیاهان را تأمین می‌کند. رنگیزه‌های برگ قدرت جذب پرتوهای نور مرئی خورشید را دارند. پس از جذب انرژی فوتون‌ها، به وسیله رنگیزه‌ها، الکترون‌ها به سطح انرژی بالاتری منتقل می‌شوند. چنین مولکولی را مولکول تحریک شده می‌گوییم. این مولکول‌ها بسیار ناپایدارند و به سرعت به وضع پایدار اولیه برمی‌گردند. در فرایند فتوسنتز این انرژی در واکنش‌های شیمیایی، یعنی واکنش‌های نقل و انتقال الکترون، شرکت می‌کند و نتیجه آن ذخیره این انرژی به صورت انرژی شیمیایی در مواد آلی است.

گیاهان قادر هستند طیف‌هایی از نور را بهتر از دیگر طیف‌ها جذب و از آنها استفاده کنند. نورهای قرمز و آبی بیشترین اثر را بر رشد گیاه دارند و نورهای سبز و زرد، اهمیت کمی در رشد گیاه دارند.

نورهای سبز و زرد معمولاً از سطح گیاه بازتاب می‌شوند. رنگ سبز گیاهان نیز به علت بازتاب این رنگ‌ها از سطح گیاه است.

گیاهان برای رشد مناسب، به نسبت متعادلی از نور آبی و قرمز نیاز دارند که نور خورشید این نسبت متعادل را برای گیاه فراهم می‌آورد. نور آبی معمولاً در رشد شاخ و برگ گیاه نقش دارد، در حالی که رنگ قرمز به همراه آبی مشوق گل‌دهی در گیاه است.



### عوامل مؤثر بر فتوسنتز

عوامل محیطی متفاوتی بر فتوسنتز تأثیر می‌گذارند. سطح بهینه فتوسنتز هر گیاه خاص، به شدت نور، تراکم دی‌اکسید کربن و دما بستگی دارد. زندگی روی کره زمین به انرژی حاصل از خورشید وابسته است. فتوسنتز تنها فرایند مهم زیستی است که می‌تواند از این انرژی استفاده کند. بخش عمده‌ای از منابع انرژی در زمین، ناشی از فعالیت‌های فتوسنتزی است. فعال‌ترین بافت فتوسنتزی گیاهان عالی میان‌برگ است. یاخته‌های میان‌برگ تعداد زیادی کلروپلاست دارند که حاوی رنگدانه‌های سبز ویژه‌ای به نام «کلروفیل» و رنگیزه‌های فرعی به نام کاروتنوئید برای جذب نور هستند. در فتوسنتز انرژی خورشیدی برای اکسیداسیون آب، آزاد کردن اکسیژن و نیز احیا کردن کربن دی‌اکسید به ترکیبات آلی و در نهایت قند به کار می‌رود. این مجموعه از فعالیت‌ها را «واکنش‌های نوری فتوسنتز» می‌نامند. محصولات نهایی واکنش‌های نوری برای ساخت مواد قندی مورد استفاده قرار می‌گیرند به مرحله ساخت ترکیبات آلی، «واکنش‌های تاریکی فتوسنتز» گفته می‌شود. محل انجام واکنش‌های نوری و تاریکی درون «کلروپلاست» اما در جایگاه‌های متفاوت است. دو ویژگی کیفیت و شدت نور بر میزان فتوسنتز تأثیر می‌گذارند. مقدار نوری که به نقاط کره زمین تابیده می‌شود، به طول مدت تابش و زاویه تابش بستگی دارد. به علت کروی بودن زمین، نور خورشید در نقاط مختلف و در ساعات متفاوت روز با زاویه‌های مختلفی می‌تابد. یعنی در استوا به صورت عمودی و در

قطب‌ها کاملاً مورب به زمین تابیده می‌شود. بنابراین نور خورشید بر حسب زاویه تابش خود، فاصله کمتر یا بیشتری را در جو (اتمسفر) طی می‌کند و از همین روست که میزان انرژی دریافتی زمین در نقاط متفاوت و در فصل‌های گوناگون فرق می‌کند. طول مدت تابش و به عبارت دیگر نور، بر رشد و گل‌دهی تعداد بسیار زیادی از گیاهان اثر مستقیم دارد.

طول موج مؤثر نور در واکنش‌های نوری فتوسنتز، طول موج‌های بین  $400-700$  نانومتر (نور مرئی) است. در این طول موج‌ها، نور قرمز با بیشترین اثر و پس از آن نور آبی بر فتوسنتز مؤثرند. طول موج‌های بیش از  $700$  نانومتر (مادون قرمز) فقط اثر حرارتی دارند و اثر مستقیم بر فتوسنتز ندارند. طول موج‌های کمتر از  $400$  نانومتر نیز به علت انرژی زیادی که دارند، فقط اثر بازدارندگی و تخریبی بر فتوسنتز دارند.

«شدت نور» عبارت است از مقدار موج‌های نورانی که در واحد زمان به واحد سطح می‌رسد. سرعت فتوسنتز با افزایش شدت نور، تا حدی که همه رنگیزه‌ها مورد استفاده قرار گیرند، زیاد می‌شود و با کاهش شدت نور، میزان تنفس نوری بر شدت فتوسنتز غلبه می‌کند.

عامل دیگر مؤثر بر فتوسنتز، «تراکم کربن دی‌اکسید» است. افزایش تراکم کربن دی‌اکسید تا حد خاصی باعث افزایش فتوسنتز در گیاهان می‌شود و اگر میزان آن از حد متعارف بالاتر رود، اثر منفی بر فتوسنتز خواهد داشت. «دما» عامل مؤثر دیگر بر فتوسنتز است. فتوسنتز مانند سایر فرایندهای متابولیسمی، با بسیاری از واکنش‌های آنزیمی دیگر مرتبط است. فتوسنتز در دامنه‌ای خاص از دماهای محیطی بیشتر انجام می‌شود. دماهای خارج از این محدوده، موجب غیرفعال شدن بعضی از این آنزیم‌ها می‌شود.

اثر آب بر فتوسنتز، بیشتر اثری غیرمستقیم است. یک درصد از آب جذب شده توسط گیاه صرف فتوسنتز می‌شود. ولی اثر اصلی آب در فتوسنتز بر باز و بسته شدن روزنه‌هاست. با قرارگیری گیاه در تنش خشکی، گیاه برای حفظ حیات خود روزنه‌های هوایی را می‌بندد. تا مانع از تبخیر آب شود. اما این امر باعث کاهش ورود کربن دی‌اکسید و کاهش شدید فتوسنتز می‌شود.

### فتوتروبیسم (نورگرایی)

اگر گیاهی را در سایه برویانیم، به سمت نور خم می‌شود. این پدیده را در گیاهان «فتوتروبیسم» یعنی «نورگرایی» می‌نامند. ساقه به سمت نور خم می‌شود. ریشه‌ها برخلاف ساقه، یا به محرک نور پاسخ نمی‌دهند و یا نسبت به آن گرایش منفی ظاهر می‌کنند و در جهت مخالف نور خم می‌شوند. غالباً برگ‌ها نسبت به نور طوری قرار می‌گیرند که پرتوهای روشنایی به طور عمودی بر آنها بتابد.

## فتوپریودیسم (نوردورگی) و تشکیل گل

پاسخ یک گیاه به طول روز و شب «فتوپریودیسم» نامیده می‌شود. می‌توان در گیاهان با تغییر مدت تابش نور در گلخانه، گل دادن را تسریع کرد. این موضوع در گلکاری و باغبانی اهمیت فراوان دارد. به‌علاوه، رویش دانه در بعضی گیاهان، تولید سبزینه (کلروفیل) و ریزش برگ‌ها در فصل پاییز، به تغییرات تابش نور بستگی دارد. «گیاهان روز کوتاه» مانند گل داوودی، گیاهانی هستند که در روزهای کوتاه گل می‌دهند و اگر آنها را در معرض نور روزانه طولانی قرار دهند، گل دادنشان متوقف می‌شود. در واقع این گیاهان در نقطه مقابل گیاهان روز بلند قرار می‌گیرند و برای ورود به رشد زایشی و گل‌دهی به طول روز کمتر از ۱۲ ساعت نیاز دارند. گیاهان روز کوتاه در روزهای بلند تابستان رشد رویشی را طی می‌کنند و تا پاییز و زمستان که روزها کوتاه می‌شوند، گل نمی‌دهند.

گیاهانی مانند اطلسی، مینا، ناز، میمونی، ختمی و زنبق نمونه‌هایی از گیاهان روز بلندند. این گیاهان فقط در دوره نوری طولانی گل می‌دهند و اگر دوره روشنایی کوتاه باشد، فقط رشد رویشی خود را می‌گذرانند. آنها برای ورود به دوره زایشی و گل‌دهی، به بیش از ۱۲ ساعت نور نیاز دارند. در واقع جوانه‌های گل زمانی تشکیل می‌شوند که شب‌ها کوتاه شده باشند.

بعضی از گونه‌های گوجه فرنگی، گل میمون، میخک، گل حنا و بگونیا نسبت به طول روز و شب حساسیتی از خود نشان نمی‌دهند، به عبارت دیگر طول دوره نوری و تاریکی در گل‌دهی آنها تأثیری نخواهد داشت و امکان گل‌دهی در تمام طول سال را دارند. به این گیاهان «بی‌تفاوت» یا «روز خنثی» می‌گویند.

## پرسش‌ها و فعالیت‌های تکمیلی

۱ چرا در این آزمایش از گیاه آبی استفاده کردید؟

پاسخ: با اثر نور و انجام فتوسنتز، اکسیژن آزاد می‌شود که در محیط آبی قابل مشاهده و بررسی است. با افزایش شدت نور میزان حباب‌های قابل مشاهده که از گیاه خارج می‌شوند، بیشتر می‌شود.

توجه داشته باشید که استفاده از ترکیب هیدروژن کربنات، تأمین کربن دی‌اکسید برای انجام فتوسنتز است.

۲ در مورد استفاده از انواع نور مصنوعی برای پرورش گیاهان گلخانه‌ای تحقیق کنید.

پاسخ: انواع نورها را روی انواع گیاهان می‌توان مورد بررسی قرار داد.



## ارزشیابی

- ارزشیابی فرایند: بخشی از نمره دانش‌آموز به فعالیت‌هایشان در اجرای آزمایش همکاری مؤثر در گروه دقت در انجام آزمایش و ثبت نتایج اختصاص داده شود.
- ارزشیابی پایانی: شامل دو بخش نظری و عملی است. از دانش‌آموز بخواهید که:
  ۱. در طول ترم، اثر شدت نور را بر میزان فتوسنتز چند گونه گیاهی مورد ارزیابی قرار دهد.
  ۲. در طول ترم، اثر رنگ‌های مختلف نور مصنوعی را بر رشد و فتوسنتز چندگونه گیاهی بررسی و مقایسه کند.

## آزمایش‌های مشابه (جایگزین)

- ۱ سه گیاه یکسان با اندازه برابر را در گلدان‌های جداگانه بکارید. گیاهان را جداگانه زیر نور سبز، قرمز و آبی قرار دهید. هر روز میزان رشد گیاهان را یادداشت کنید. پس از یک هفته رشد آنها را در رنگ‌های متفاوت نور مقایسه کنید.
- ۲ دو گیاه یکسان را که به یک اندازه هستند، در دو گلدان مجزا بکارید. توجه کنید که اندازه گیاهان ابتدا یکسان باشد. میزان آب‌دهی به گیاهان و نوع خاک را کاملاً مشابه در نظر بگیرید. حال یکی از گیاهان را در معرض نور مستقیم خورشید و دیگری را در یک مکان تاریک قرار دهید. هر چند روز رشد گیاه را با خط‌کش اندازه بگیرید و یادداشت کنید. بعد از حدود دو هفته می‌توانید تأثیر نور را بر نحوه رشد گیاهان مشاهده کنید.

## ۹- چگونه در مقیاس کوچک فلز استخراج کنیم؟

### هدف‌های آزمایش

- آشنایی با فرایند استخراج
- آشنایی با نحوه استخراج فلزها در صنعت

### پیشینه آزمایش

معادن مس سرچشمه یکی از بزرگ‌ترین مجتمع‌های صنعتی - معدنی جهان محسوب می‌شود و بزرگ‌ترین تولیدکننده مس ایران است. بخش‌های تولیدی مجتمع مس سرچشمه عبارت‌اند از: معدن، تغلیظ، ذوب، پالایشگاه، ریخته‌گری‌ها و لیجینگ. در انتخاب روشی برای استخراج مس با هر فلز دیگر، پارامترهای متفاوتی دخالت دارند که مهم‌ترین آنها اقتصادی و مقرون به صرفه بودن آن روش است. دست‌اندرکاران صنعت استخراج سعی در ابداع روشی جدید با هزینه‌های کمتر و بازده بالا یا بهبود روش‌های قبلی برای پایین آوردن هزینه و بهره‌وری بالاتر دارند. با پیشرفت فناوری و ساخت دستگاه‌های جدید، روز به روز روش‌های اقتصادی‌تری جایگزین روش‌های پرهزینه قدیمی می‌شوند. یکی از روش‌های مرسوم در استخراج مس روش کاهش است که در این آزمایش به این روش می‌پردازیم.



### نکته‌های ایمنی

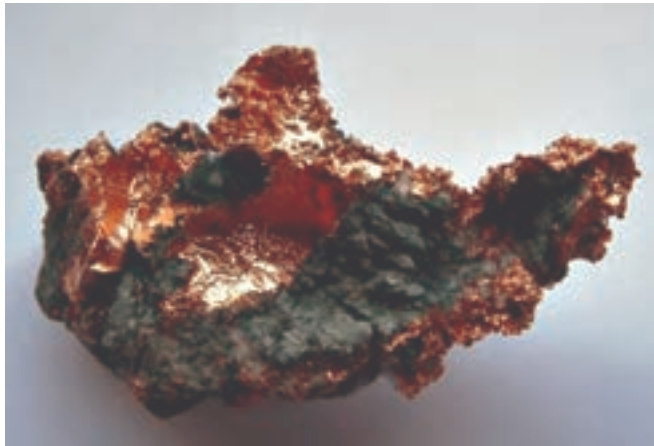
- استفاده از عینک و دستکش ایمنی الزامی است.
- در مورد دورریختن مس (II) اکسید مطابق دستورالعمل پسماند مواد شیمیایی عمل کنید.

## مهارت‌های کلیدی

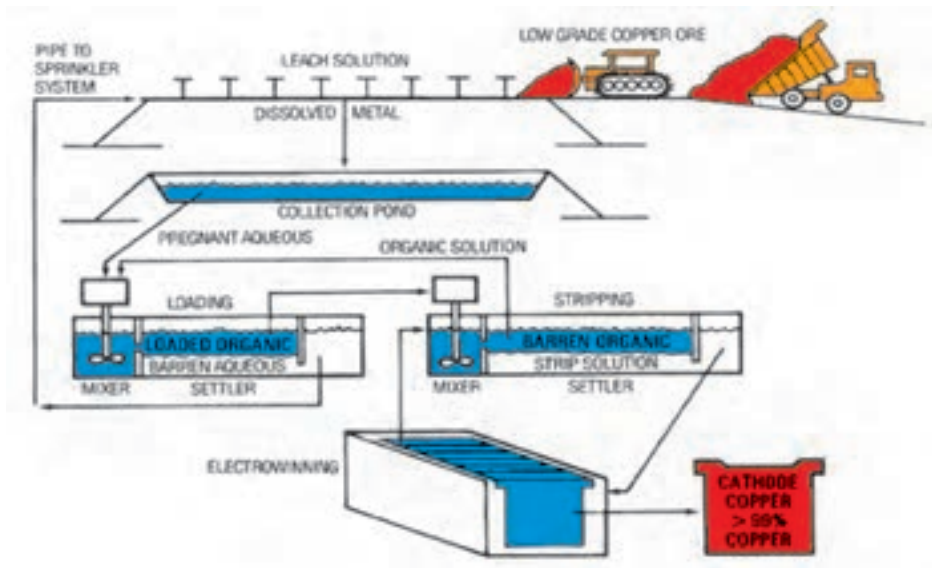
- مهارت کار کردن با شعله و دمای بالا
- روش‌های جداسازی و استخراج مواد

## بر دانش خود بیفزایید

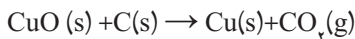
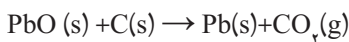
امروزه مس را به روش‌های اقتصادی تری استخراج می‌کنند. در یکی از این روش‌ها، سنگ‌های معدنی مس گوگردار را در کوره‌های ذوب به مخلوطی از سولفورهای مس و آهن که «مات مس» نام دارد، تبدیل می‌کنند. سپس این مخلوط توسط یک «کنورتور» (مبدل) به مس خام تبدیل می‌شود که بعد از تصفیه و ذوب کاندی مس فلزی به روش‌های متفاوتی (برق‌کافت و...) به دست می‌آید. این روش، به دلیل مصرف سوخت کمتر (وجود عناصر گرمای کافی در مات که کنورتور را از سوخت خارجی بی‌نیاز می‌کند) و همچنین درجه خلوص بالاتر مس خام، نسبت به روش کاهش، اقتصادی‌تر است و مورد استفاده قرار می‌گیرد.



روش کاهش برای استخراج مس از سنگ‌های اکسیدی و پرعیار به کار می‌رود. اساس این روش عبارت است از حذف کامل گوگرد از سنگ معدن مس و کاهش بعدی آن توسط عوامل کاهنده، مانند کربن یا منوکسید کربن. این روش قدیمی است و امروزه به دلیل کمیاب بودن سنگ‌های اکسیدی پرعیار و همچنین مصرف سوخت و انرژی بالا، تلفات زیاد مس در سرباره و هزینه حذف ناخالصی‌ها، با روش‌های جدید و اقتصادی در حال جایگزین شدن است.



در این آزمایش استخراج فلز مس از سنگ معدن آن بر اساس رقابت واکنش پذیری بین کربن و فلز انجام می‌گیرد. دانش‌آموزان مخلوط کربن و سنگ معدن اکسید را حرارت می‌دهند. اگر کربن از فلز فعال‌تر باشد، اکسیژن فلز را حذف و با آن واکنش می‌دهد. در آزمایش از مس (II) اکسید استفاده می‌شود و از سرب (II) اکسید نیز می‌توان استفاده کرد. در هر مورد دانش‌آموزان باید به تولید فلز خالص توجه کنند. رنگ مس بسیار مشخص است و در مورد سرب رنگ خاکستری کمتر قابل تشخیص است که به صورت دانه‌های خاکستری یا پودر باشد. در «جدول سری الکتروشیمیایی»، کربن از مس و سرب بالاتر است به همین خاطر فلزات را کاهش می‌دهد و خود به کربن دی‌اکسید تبدیل می‌شود.



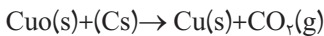
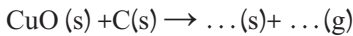
## نکته‌های مهم انجام آزمایش

■ لوله آزمایش را به گیره‌هایی متصل کنید و روی شعله ثابت نگه دارید تا حرارت لازم برای کاهش تأمین شود.

■ مخلوط را پس از سرد شدن با آب یا اسید بسیار رقیق بشویید تا مس استخراج شده نمایان شود. این آزمایش حدود نیم ساعت طول می‌کشد. معمولاً مواد در ظرف پلاستیکی وزن می‌شوند. دقت کنید که همه مواد را در ظرف‌های مشابهی قرار ندهید، چون ممکن است دانش‌آموزان زغال را با اکسید مس اشتباه بگیرند.

## پاسخ فعالیت‌ها و پرسش‌های کتاب

۱ معادله واکنش انجام شده را موازنه کنید.



پاسخ:

۲ چه فلزهای دیگری را با همین روش، می‌توان در آزمایشگاه استخراج کرد؟

پاسخ: روی - سرب و ...

۳ با توجه به نتایج آزمایش، فکر می‌کنید واکنش پذیری اتم مس بیشتر است یا کربن؟

پاسخ: کربن

۴ با توجه به اینکه تمام مس (II) اکسید مصرف شده، ولی از پودر زغال اضافه مانده است، بازده

درصدی واکنش را محاسبه کنید.

$$\frac{1}{6} \text{g CuO} \times \frac{1 \text{ mol CuO}}{80 \text{ g CuO}} \times \frac{1 \text{ mol Cu}}{1 \text{ mol CuO}} \times \frac{64}{1 \text{ mol Cu}} = 1/28 \text{ g}$$

پاسخ:

و اگر مقدار به دست آمده ۱/۸ g باشد.

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 = \frac{1/1}{1/28} \times 100 = 85/9\%$$

۵ پودر زغال و مس (II) اکسید را با قاشقک خوب مخلوط کنید و یک بار دیگر آزمایش را انجام دهید.

بازده درصدی واکنش را محاسبه و با نتیجه مرحله قبل مقایسه کنید. چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

پاسخ: نسبت به روش قبل بازده افزایش می‌یابد.

## ارزشیابی

ارزشیابی فرایند: بخشی از نمره دانش‌آموزان به فعالیت‌های ایشان در اجرای آزمایش تعلق دارد که می‌تواند به همکاری مؤثر در گروه، دقت در اندازه‌گیری و ثبت نتایج، و کاربرد صحیح ابزار اختصاص داده شود.

ارزشیابی پایانی: شامل دو بخش عملی و نظری است. در بخش عملی از دانش‌آموز بخواهید که ابزار و شرایط یک مرحله از آزمایش را آماده کند. مثلاً یک مرحله از آزمایش را به‌طور کامل انجام دهد در بخش نظری می‌توانید از مبانی نظری آزمایش سؤال‌هایی طراحی کنید و از دانش‌آموز بخواهید نتیجه آزمایش فرضی شما را پیش‌بینی و استدلال کند.

## آزمایش‌های مشابه (جایگزین)

با توجه به ساده بودن روش آزمایش و در دسترس بودن تمام مواد و ابزار مورد نیاز، اجرای آن در تمام مدارس امکان‌پذیر بوده و آزمایش جایگزین پیشنهاد نمی‌شود.

## ۱۰- انرژی موجود در مواد غذایی چگونه اندازه‌گیری می‌شود؟

### هدف‌های آزمایش

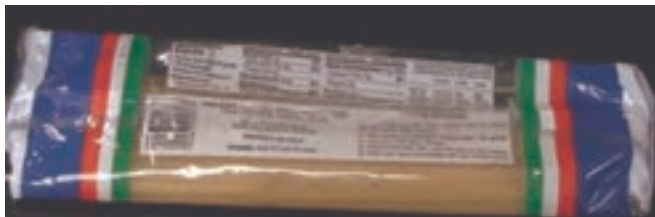
- آشنایی با نحوه تعیین انرژی موجود در مواد غذایی؛
- مقایسه انرژی موجود در مواد غذایی متفاوت.

### پیشینه آزمایش

تعیین میزان کالری مواد غذایی به فرد کمک می‌کند تا حساب مقدار انرژی‌ای را که به واسطه غذا یا نوشیدنی دریافت می‌کند، داشته باشد و اطمینان یابد غذای اضافی مصرف نمی‌کند. انرژی حاصل از قندها، کمتر از انرژی تولید شده از چربی‌هاست و از نظر فیزیولوژیک، تولید انرژی از چربی‌ها برای بدن با صرفه‌تر است. نقش عمده پروتئین‌ها نوسازی سلولی و تأمین رشد است، ولی اگر انرژی حاصل از محل قندها و چربی‌ها، نیاز بدن را تأمین نکند، پروتئین‌ها نیز طی واکنش‌های «کاتابولیز» انرژی تولید خواهند کرد.



انرژی موجود در مواد غذایی و همچنین انرژی حاصل از فعالیت‌های متابولیزی بیشتر برحسب واحد حرارتی، یعنی «کالری» بیان می‌شود. یک کالری عبارت است از مقدار حرارتی که قادر باشد، حرارت یک گرم آب ۱۵ درجه سانتی‌گراد را به ۱۶ درجه برساند. از آنجا که یک کالری مقدار بسیار ناچیزی است، معمولاً از واحد بزرگ‌تری به نام «کالری بزرگ» (کیلوکالری) که هزار برابر «کالری کوچک» است، استفاده می‌شود. هر کالری بزرگ برابر ۴۱۸۴ «ژول» (واحد بین‌المللی انرژی) است.



## نکته‌های ایمنی

- استفاده از عینک و دستکش ایمنی الزامی است؛
- دانش‌آموزان نباید مواد غذایی مورد آزمایش را مزه کنند و یا بخورند.
- مشکلات حساسیت (آلرژی شایع) دانش‌آموزان را نسبت به مواد غذایی (مثل بادام زمینی) را بررسی کنید.

## مهارت‌های کلیدی

- مهارت نحوی تعیین انرژی مواد غذایی
- مقایسه، دسته‌بندی و ...

## بر دانش خود بیفزایید



همه غذاهایی که انسان مصرف می‌کند، پس از تغییرات در دستگاه گوارش به صورت ماده قابل جذب درمی‌آید که به آن «ماده غذایی» می‌گویند و انرژی حاصل از آن ارزش غذایی ماده را مشخص می‌کند. از آنجا که انرژی‌های تولید شده در بدن به صورت حرارت آزاد می‌شوند، بنابراین اندازه‌گیری حرارت آزاد شده از مواد غذایی یکی از روش‌های ساده به منظور برآورد کردن میزان مصرف انرژی است. حرارت

آزاد شده از مواد غذایی را می‌توان با گرماسنج در آزمایشگاه اندازه‌گیری کرد.

از سوختن غذاها در حضور اکسیژن، مقدارهای متفاوتی حرارت به وجود می‌آید. مقدار حرارت حاصل از کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها و پروتئین‌ها یکسان نیست. بهتر است مربی یکی از مواد غذایی مناسب را به عنوان استاندارد برای همه گروه‌های کلاس انتخاب کند. سپس از این نمونه باید به حد کافی با جرم‌های یکسان برای کلاس فراهم آورد، به طوری که دارای ویژگی‌های زیر باشد:

- به صورت پایدار، بدون خاموش شدن بسوزد و خاکستر کمتری ایجاد کند.

- جرم این ماده غذایی دمای آب استفاده شده را حدود ۲۰ تا ۳۰ درجه تغییر دهد.

سپس مواد غذایی دیگری نیز در اختیار گروه‌ها قرارگیرند تا هر گروه به صورت اختصاصی میزان گرمای حاصل از آن ماده غذایی را اندازه‌گیری کند. میزان کالری مواد غذایی روی برچسب تغذیه اکثر بسته‌های



غذایی موجود است. برحسب‌های مزبور غالباً در قسمت کنار یا پشت بسته‌ مواد غذایی مشاهده می‌شوند. این اطلاعات زیر عنوان انرژی نوشته شده‌اند. میزان کالری غالباً برحسب «ک کالری»، مخفف کیلو کالری است که دانش‌آموزان برای مقایسه و محاسبه خطا می‌توانند به آنها مراجعه کنند.

## نکته‌های مهم انجام آزمایش

- با اینکه لوله‌های آزمایش به خوبی در این آزمایش جواب می‌دهند، ولی هدایت حرارتی ضعیف شیشه ممکن است یک عامل عمده خطا در این آزمایش باشد. ظرف‌های فلزی مانند گرماسنج مسی یا قوطی حلبی با ابعاد مشابه (قوطی نوشابه) که به گیره آویزان باشد، به صورت مؤثری حرارت را انتقال می‌دهند. توجه کنید که اگر روی سه پایه حرارت بدهید، بهتر خواهد بود.
- برخی از مواد غذایی را می‌توان با خیال راحت و به آسانی با زدن به نوک میله نازک سوزاند اما بعضی مواد ممکن است ذوب شوند و از میله بریزند. بنابراین سوزاندن داخل قاشق چای‌خوری کهنه یک روش مناسب جایگزین است که می‌توان برای سوزاندن مواد غذایی مایع، مثل روغن زیتون نیز از آن استفاده کرد. مواد غذایی دارای پروتئین بالا ممکن است دود تند تولید کنند که باید در محفظه‌های خاص سوزانده شوند. هر ماده غذایی ارائه شده باید از قبل تست شود که سوختن پایدار (بدون نیاز به روشن کردن دوباره یا چندباره) داشته باشد.

## پاسخ فعالیت‌ها و پرسش‌های کتاب

۱ ارزش سوختی به دست آمده را به کالری تبدیل کنید و با برحسب بسته‌بندی روی مواد غذایی مقایسه کنید و درصد خطا را حساب کنید.

پاسخ:

برای مثال از سوختن ۱g ماکارونی حدود ۱۳/۵ kJ انرژی به دست می‌آید پس مقدار kcal آن برابر خواهد بود با

$$۱۳/۵ \text{ kJ} \times \frac{۱ \text{ kcal}}{۴/۱۸ \text{ kJ}} = ۳/۲۲ \frac{\text{kcal}}{\text{g}}$$

بر روی بسته‌بندی ماکارونی درج شده به ازای هر گرم ماکارونی ۲/۷ Kcal انرژی آزاد می‌کند.

پس درصد خطای برابر خواهد بود با

$$\frac{۳/۷ - ۳/۲۲}{۳/۷} \times ۱۰۰ = ۱۲/۹۷\%$$

۲ در مورد مشکلات آزمایش و شناسایی منابع خطا بحث کنید و ایده‌هایی برای بهبود روش مطرح سازید.

پاسخ:

■ کالری متر مناسب که گرما را به سرعت به آب انتقال دهد.

■ خطا در اندازه‌گیری مقدار ماده

■ خطا در اندازه‌گیری انرژی

## ارزشیابی

■ ارزشیابی فرایند: بخشی از نمره دانش‌آموزان به فعالیت‌های ایشان در اجرای آزمایش تعلق دارد که می‌تواند به همکاری مؤثر در گروه، دقت در اندازه‌گیری و ثبت نتایج و کاربرد صحیح ابزار اختصاص داده شود.

■ ارزشیابی پایانی: شامل دو بخش عملی و نظری است. در بخش عملی از دانش‌آموز بخواهید که ابزار و شرایط یک مرحله از آزمایش را آماده کند. مثلاً یک مرحله از آزمایش را به‌طور کامل انجام دهد در بخش نظری می‌توانید از مبانی نظری آزمایش سؤال‌هایی مطرح کنید و از دانش‌آموز بخواهید نتیجه آزمایش فرضی شما را پیش‌بینی و استدلال کند.

## آزمایش‌های مشابه (جایگزین)

با توجه به ساده بودن روش آزمایش و در دسترس بودن همه مواد و ابزار مورد نیاز، اجرای آن در تمام مدرسه‌ها امکان‌پذیر است و آزمایش جایگزین پیشنهاد نمی‌شود.

## ۱- چگونه از مواد سازگار با محیط پلاستیک تهیه کنیم؟

### هدف‌های آزمایش

- آشنایی با پلیمرها و ساختار آنها؛
- مقایسه پلیمرهای نفتی با پلیمرهای زیست تخریب پذیر؛
- درک اهمیت پلیمرهای زیست تخریب پذیر از نظر زیست محیطی.

### پیشینه آزمایش

یکی از معضلات زندگی مدرن امروزی استفاده بی‌رویه از کیسه‌های پلاستیکی و ظرف‌های یک‌بار مصرف است که جایگزین وسایل پارچه‌ای و کاغذی شده‌اند بر اساس تحقیقات انجام شده، تنها در ایران سالانه بیش از سه میلیون تن پلاستیک تولید می‌شود. بیشتر این پلاستیک‌ها نیز بادوام هستند و صدها سال طول می‌کشد تا به خودی خود تجزیه و نابود شوند.



ظرف‌های یک‌بار مصرف بیشتر از مواد وابسته به نفت ساخته می‌شوند. این مواد در دمای بالای ۶۵ درجه سانتی‌گراد و در مجاورت با چربی‌ها و مواد اسیدی آزاد می‌شوند و سرطان‌زایی آنها ثابت شده است. برای ساخت ظرف‌های یک‌بار مصرف، انواع نرم‌کننده‌ها، پایدارکننده‌ها، روان‌کننده‌ها، رنگدانه‌ها و پرکننده‌ها اضافه می‌شوند که همگی آنها برای سلامتی مضر هستند. استفاده از ظرف‌های یک‌بار مصرف پلاستیکی که باعث ایجاد زباله‌های پلاستیکی و انباشت آنها در طبیعت و محیط زیست می‌شود، به مرور منابع آبی و خاکی، دریاها، رودخانه‌ها و حیات جانداران و گیاهان را تهدید می‌کند. کشورهای پیشرفته چند سالی است که استفاده از ظرف‌های یک‌بار مصرف گیاهی را جایگزین انواع

پلاستیکی آن کرده‌اند. در کشورهای صاحب فناوری تولید پلیمرهای گیاهی، از نشاسته ذرت، سیب‌زمینی و گندم به این منظور استفاده می‌شود. نشاسته به‌طور طبیعی یک پلیمر گیاهی ضعیف است که خاصیت هیدروفیلی دارد. این آزمایش به تهیه یک نوع پلاستیک از نشاسته سیب‌زمینی خواهد پرداخت.

## نکته ایمنی

استفاده از عینک و دستکش ایمنی الزامی است.

## مهارت‌های کلیدی

- مهارت به کارگیری مواد و وسایل
- فنون تهیه مواد پلیمری

## بر دانش خود بیفزایید

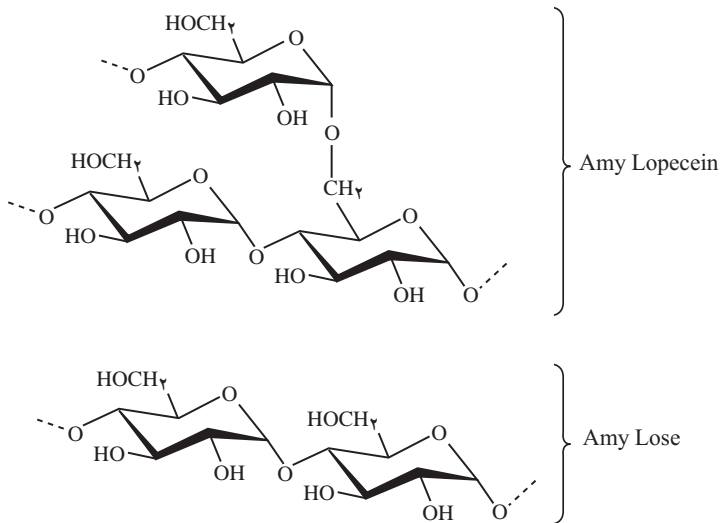


ظرف‌هایی که با پلاستیک‌های پایه نفتی ساخته می‌شوند، با پلیمرهای زیست‌تخریب‌پذیر هم قابل تولیدند و در استفاده از این پلاستیک‌ها هیچ محدودیتی وجود ندارد. ضمن اینکه پلیمرهای گیاهی از انعطاف بیشتری برخوردارند، در میکروفر قابل استفاده‌اند و برخلاف «پلی‌استایرن» که استفاده از آن در دمای بالاتر از ۶۵ درجه مجاز نیست، دمای ۹۰ تا ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد را به راحتی تحمل می‌کنند. تجزیه این پلیمرها در خاک حداکثر سه تا شش ماه طول می‌کشد. علاوه بر حفظ محیط‌زیست، استفاده از ظرف‌های مذکور به حفظ سلامت انسان کمک می‌کند. از آنجا که این پلیمرها منشأ گیاهی و طبیعی دارند، هیچ ماده سمی و مضر هم از آنها آزاد نمی‌شود.

این فعالیت، به‌عنوان تمرینی برای آموزش اهمیت پلاستیک‌های زیست‌تخریب‌پذیر و روش تهیه آنها، می‌تواند مفید باشد و با گسترش آن، می‌توان از آن برای معرفی بیوپلاستیک‌ها، صنعت تهیه پلیمرها و به‌کارگیری مواد افزودنی مثل نرم‌کننده و غیره استفاده کرد. در اینجا فرایند استخراج نشاسته، مشابه آنچه در صنعت برای استخراج آن انجام می‌شود، به‌کار رفته و سپس موارد استفاده از آن در تهیه پلاستیک‌ها برای به‌کارگیری در مواد بسته‌بندی، به‌ویژه مواد غذایی، بیان شده است.

نشاسته از زنجیره‌ای طولانی از مولکول‌های گلوکز متصل به هم تشکیل شده است که شامل دو پلیمر آمیلوز، با اتصال زنجیره‌ای مستقیم گلوکز و آمیلوپکتین با اتصال زنجیره‌ای شاخه‌دار گلوکز است.

وقتی نشاسته از محلول آب خشک می‌شود و فیلم تشکیل می‌دهد، این به خاطر پیوندهای هیدروژنی بین زنجیره‌هاست. با این حال آمیلوپکتین مانع تشکیل فیلم می‌شود. با افزایش هیدروکلریک اسید، زنجیره‌های آمیلوپکتین شکسته می‌شوند و تشکیل فیلم بهتر انجام می‌شود و زنجیره‌های مستقیم آمیلوز به وجود می‌آیند. این محصول بدون افزایش گلیسرین است که در این حالت کریستال‌های تشکیل شده فیلم شکننده هستند. دانش‌آموزان باید تفاوت دو فیلم را ببینند که یکی بدون گلیسرین و شکننده است و دیگری با گلیسرین است و خاصیت پلاستیکی بیشتری دارد.



اضافه کردن گلیسرین خواص آب‌پذیری (جذب آب) پلیمر را بالا می‌برد. آب متصل به گلیسرین بین زنجیره‌های آمیلوز قرار می‌گیرد، و مانع تشکیل کریستال و مانع شکنندگی می‌شود و خواص پلاستیکی را بالا می‌برد. به عبارت دیگر، گلیسرین به عنوان یک نرم‌کننده عمل می‌کند. مفهوم نرم‌کننده را می‌توان بدون ذکر آب این‌طور به دانش‌آموزان توضیح داد که برای تهیه وسایل از پلیمرها، به نرم‌کننده نیاز داریم.

## نکته‌های مهم انجام آزمایش

- هرچه اندازه قطعه‌های سیب زمینی ریزتر باشد، نشاسته راحت‌تر استخراج می‌شود.
- به منظور تهیه پلاستیک با ویژگی‌های متفاوت، می‌توانید مواد افزودنی با ویژگی مورد نظر را به آن اضافه کنید.

## پاسخ فعالیت‌ها و پرسش‌های کتاب

**۱** تفاوت پلاستیک‌های پایه نفتی با این پلاستیک چیست؟ از دیدگاه توسعه پایدار، چه تفاوتی بین این پلاستیک‌ها وجود دارد؟

**پاسخ:** مولکول‌های پلاستیک‌های پایه نفتی در طبیعت تجزیه نمی‌شوند و باعث تولید زباله و آلودگی محیط می‌گردند ولی این نوع پلاستیک‌ها تجزیه‌پذیرند و در محیط انباشته نمی‌شوند در نتیجه هزینه اضافه بابت آلودگی و ایجاد مشکلات برای جانداران ندارند.

**۲** به نظر شما در صنعت، برای بهبود خواص و تهیه پلاستیک‌های دارای ویژگی دلخواه مشتری از یک نوع پلیمر، چه فعالیت‌هایی انجام می‌دهند؟

**پاسخ:** مواد افزودنی با ویژگی‌های خالص به پلیمر اضافه می‌کنند و با در هنگام پلیمری کردن با روش‌های خاص و تغییر اندازه مولکول خواص ویژه‌ای ایجاد می‌کنند.

**۳** تحقیق کنید چگونه از پوست موز، ساقه و برگ آناناس و سایر مواد گیاهی می‌توان برای تهیه پلاستیک به جای پلیمرهای پایه نفتی استفاده کرد؟

## ارزشیابی

**۱** ارزشیابی فرایند: بخشی از نمره دانش‌آموزان به فعالیت‌های ایشان در اجرای آزمایش تعلق دارد که می‌تواند به همکاری مؤثر در گروه، دقت در اندازه‌گیری و ثبت نتایج و کاربرد صحیح ابزار اختصاص داده شود.

**۲** ارزشیابی پایانی: شامل دو بخش عملی و نظری است. در بخش عملی از دانش‌آموز بخواهید که ابزار و شرایط یک مرحله از آزمایش را آماده کند؛ مثلاً یک مرحله از آزمایش را به‌طور کامل انجام دهد. در بخش نظری می‌توانید از مبانی نظری آزمایش سؤال‌هایی مطرح کنید و از دانش‌آموز بخواهید نتیجه آزمایش فرضی شما را پیش‌بینی و استدلال کند.

## آزمایش‌های مشابه (جایگزین)

با توجه به ساده بودن روش آزمایش و در دسترس بودن همه مواد و ابزار مورد نیاز، اجرای آن در تمام مدرسه‌ها امکان‌پذیر است و آزمایش جایگزین پیشنهاد نمی‌شود.

## ۱۲- درصد جرمی اسید سرکه سنتی چقدر است؟

### هدف‌های آزمایش

- تعیین درصد جرمی اسید موجود در سرکه سنتی؛
- کسب مهارت در روش سنجش اسید.

### پیشینه آزمایش

یکی از روش‌های بیان غلظت مواد «درصد جرمی» است که مقدار ماده حل شونده در هر ۱۰۰ گرم از محلول را می‌گویند و از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100$$

توجه کنید که در صورت و مخرج باید از یک نوع یکای جرم استفاده شود. یعنی هر دو کمیت باید بر حسب میلی‌گرم، گرم یا کیلوگرم بیان شوند. درصد جرمی را با علامت W/W نیز بیان می‌کنند.

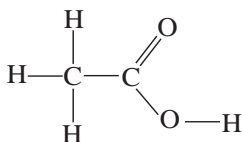
### نکته‌های ایمنی

- استفاده از عینک و دستکش ایمنی الزامی است.
- سدیم هیدروکسید محرک است. از تماس آن با پوست جلوگیری کنید.

### مهارت‌های کلیدی

- سنجش و اندازه‌گیری و مقایسه
- تصمیم‌گیری و ارائه پیشنهاد

## بر دانش خود بیفزایید



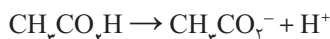
«استیک اسید» با فرمول مولکولی  $\text{CH}_3\text{COOH}$  بی‌رنگ و با بوی خاص و وزن مولکولی ۶۰/۰۵، جزو اسیدهای آلی است. در سرکه موجود است و اسید خوراکی محسوب می‌شود. این ماده قطبی و در آب محلول است. در سرکه تقریباً ۱۸-۴ درصد وزنی استیک اسید وجود دارد. استفاده از اسید استیک در شیمی، به عهد باستان



برمی‌گردد. این اسید به صورت سرکه، به عنوان چاشنی غذا و تهیه انواع ترشی کاربرد دارد. از رقیق شده آن به عنوان افشانه برای از بین بردن قارچ‌های گیاهان استفاده می‌شود. تولید جهانی استیک اسید ۵/۶ میلیون تن در سال است.

از اسید استیک گلاسیال (منجمد) که به «جوهر سرکه» معروف است، در

صنایع شیمیایی، در تولید فیلم‌های عکاسی، تولید پلاستیک پلی اتیلن تریفتالات (PET) که در تولید بطری نوشابه کاربرد دارد، صنایع داروسازی، ساخت حشره کش و... استفاده می‌شود. علت خاصیت اسیدی استیک اسید به جدا شدن هیدروژن اسیدی گروه کربوکسیل مطابق فرمول زیر نسبت داده می‌شود:



در مورد استیک اسید توجه داشته باشید:

- محرک شدید چشم است و در غلظت‌های بالا سبب کوری می‌شود.
- تحریکات پوستی آن به غلظت و مدت زمان تماس آن با پوست بستگی دارد.
- محلول غلیظ آن ممکن است آتش بگیرد. مخلوط آن با هوا یا در دمای بالاتر از ۳۹ درجه سانتی‌گراد قابلیت انفجار دارد.
- این ماده مخرب غشای موکوزی است و در غلظت‌های بالا، استنشاق آن ممکن است سبب آسیب به شش‌ها شود. میزان آسیب استیک اسید به غلظت آن بستگی دارد.

## نکته مهم انجام آزمایش

برای انجام سنجش حجمی، محلول اسید را در بورت بریزید، زیرا محلول سود باعث خرابی و گیر کردن شیر بورت می‌شود.



## پاسخ فعالیت‌ها و پرسش‌های کتاب

۱ با توجه به نتایج به دست آمده در جدول میزان اسیدی بودن آب میوه‌ها را با هم مقایسه کنید.  
پاسخ: مقدار اسید موجود در آب میوه‌ها میزان اسیدی بودن آنها را تعیین می‌کند.

برای مثال: پرتقال      آناناس      آلبیمو  
۳/۳-۴/۱۹      ۳/۳۰-۳/۶      pH: ۲-۲/۶

۲ تحقیق کنید عامل اسیدی بودن آب میوه چیست؟

پاسخ: عامل اسیدی بودن آب میوه‌ها به علت وجود اسیدهای آلی مثل اسکوربیک اسید (ویتامین C)، استیک اسید و همچنین سالیسیلیک اسید در تمشک و مالیک اسید در سیب را می‌توان نام برد.

## ارزشیابی

ارزشیابی فرایند: بخشی از نمره دانش‌آموزان به فعالیت‌های ایشان در اجرای آزمایش تعلق دارد که می‌تواند به همکاری مؤثر در گروه، دقت در اندازه‌گیری و ثبت نتایج و کاربرد صحیح ابزار اختصاص داده شود.

ارزشیابی پایانی: شامل دو بخش عملی و نظری است. در بخش عملی از دانش‌آموز بخواهید که ابزار و شرایط یک مرحله از آزمایش را آماده کند. مثلاً یک مرحله از آزمایش را به طور کامل انجام دهد. در بخش نظری می‌توانید از مبانی نظری آزمایش سؤال‌هایی مطرح کنید و از دانش‌آموز بخواهید نتیجه آزمایش فرضی شما را پیش‌بینی و استدلال کند.

## آزمایش‌های مشابه (جایگزین)

با توجه به ساده بودن روش آزمایش و در دسترس بودن همه مواد و ابزار مورد نیاز، اجرای آن در تمام مدرسه‌ها امکان‌پذیر است و آزمایش جایگزین پیشنهاد نمی‌شود.

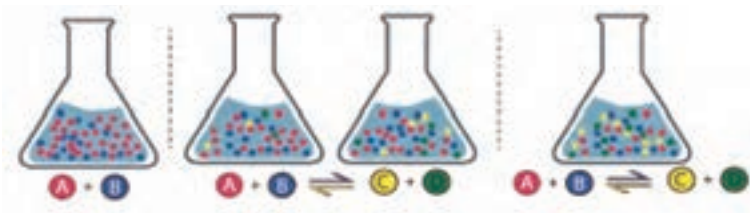
## ۱۳- عامل جابه‌جایی تعادل چیست؟

### هدف‌های آزمایش

- آشنایی با مفهوم واکنش تعادلی؛
- آشنایی با برخی عوامل اثرگذار بر واکنش تعادلی.

### پیشینه آزمایش

واکنش تعادلی حالت خاصی از واکنش‌های برگشت پذیر است که در آن، سرعت واکنش رفت و برگشت یکسان شده است و در سامانه‌ای بسته انجام می‌شود.



در یک واکنش تعادلی، با اینکه سرعت واکنش‌های رفت و برگشت یکسان است، اما عواملی چند بعد از رسیدن به حالت تعادل، باعث تغییر در شرایط تعادل و سرعت واکنش‌ها می‌شوند. این عوامل عبارت‌اند از: غلظت، دما، فشار و کاتالیزگر. در این فعالیت به منظور معرفی تعادل اثر برخی از این عوامل را شرح می‌دهیم.

### نکته ایمنی

استفاده از عینک و دستکش ایمنی الزامی است.

### مهارت‌های کلیدی

- مقایسه و تعادل و برگشت‌پذیری
- تجزیه تعادل و به‌کارگیری در صنعت

## بر دانش خود بیفزایید

همان‌طور که می‌دانید، اگر دما تغییر نکند، مقدار «ثابت تعادل» بدون تغییر باقی می‌ماند. این حالت خاصی از «اصل لوشاتلیه» است که بیان می‌دارد: «اگر یک سیستم تعادلی دچار اختلال شود، عکس‌العمل آن در جهت جبران کردن آن اثر است». از این اصل استنباط می‌شود که اگر به سیستم تعادلی فشار اعمال شود، سیستم طوری خود را با آن تطبیق می‌دهد که این افزایش را به تعادل برساند. به این منظور، باید تعداد ذرات در فلز گازی کاهش یابد؛ برای مثال، در تعادلی که تعداد مول فراورده دو برابر واکنش‌دهنده است، جابه‌جایی  $2B \Rightarrow A$  به سمت واکنش‌دهنده از آن استنباط می‌شود.

## نکته مهم انجام آزمایش

در تهیه محلول تعادلی به غلظت محلول‌ها دقت کنید. این تعادل بین مس محلول و مس برمید به وجود می‌آید که با تغییر شرایط محیطی جابه‌جا می‌شود. ممکن است نیاز به تغییر غلظت بیان شده باشد به تجربه غلظت مناسب را به دست آورید.

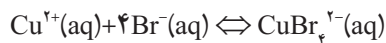
## پاسخ فعالیت‌ها و پرسش‌های کتاب

۱ با توجه به اینکه بسیاری از واکنش‌های شیمیایی تعادلی هستند، برای تولید فراورده بیشتر در صنعت، با استفاده از یاخته‌های خود چه پیشنهادی دارید؟

پاسخ:

- افزایش مقدار واکنش‌دهنده‌ها
- افزایش دما (برای واکنش‌های گرماده با احتیاط عمل شود)
- خارج کردن فراورده‌ها و...

۲ اگر معادله واکنش تعادلی به صورت زیر باشد، در اثر حرارت دادن محلول تعادلی به کدام سمت جابه‌جا می‌شود؟



آبی رنگ                      سبز رنگ

پاسخ: به سمت محلول سبزرنگ جابه‌جا می‌شود.

۳ با توجه به مشاهده‌ها نماد  $q$  را در کدام سمت معادلهٔ تعادلی قرار می‌دهید؟ چرا؟  
 پاسخ: با توجه به اینکه با افزایش دما تعادل به سمت رنگ سبز می‌رود، پس  $q$  باید در سمت محلول آبی قرار بگیرد.

۴ با توجه به نتیجهٔ آزمایش، به نظر شما در اثر افزودن  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  تعادل در چه سمتی جابه‌جا می‌شود؟  
 پاسخ: افزایش سدیم سولفیت، محلول بازی ایجاد می‌کند. در نتیجه تعادل به سمت چپ متمایل و یون مس آبی رنگ بیشتری تولید می‌شود. افزایش  $\text{H}^+$  تعادل را به سمت راست متمایل می‌کند.

## ارزشیابی

ارزشیابی فرایند: بخشی از نمرهٔ دانش‌آموزان به فعالیت‌های ایشان در اجرای آزمایش تعلق دارد که می‌تواند به همکاری مؤثر در گروه، دقت در اندازه‌گیری و ثبت نتایج و کاربرد صحیح ابزار اختصاص داده شود.

ارزشیابی پایانی: شامل دو بخش عملی و نظری است. در بخش عملی از دانش‌آموز بخواهید که ابزار و شرایط یک مرحله از آزمایش را آماده کند؛ مثلاً یک مرحله از آزمایش را به‌طور کامل انجام دهد. در بخش نظری می‌توانید از مبانی نظری آزمایش سؤال‌هایی طراحی کنید و از دانش‌آموز بخواهید نتیجهٔ آزمایش فرضی شما را پیش‌بینی و استدلال کند.

## آزمایش‌های مشابه (جایگزین)

با توجه به ساده بودن روش آزمایش و در دسترس بودن همهٔ مواد و ابزار مورد نیاز، اجرای آن در تمام مدرسه‌ها امکان‌پذیر است و آزمایش جایگزین پیشنهاد نمی‌شود.

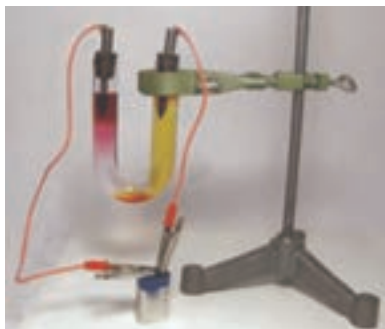
## ۱۴- آیا هر عنصری از برق کافت محلول آن به دست می‌آید؟

### هدف‌های آزمایش

- آشنایی با روش برق کافت مواد شیمیایی؛
- بررسی و مقایسه واکنش‌پذیری عناصر و نحوه استخراج برخی از مواد از طریق برق کافت.

### پیشینه آزمایش

همفری دیوی برای اولین بار با گذراندن جریان الکتریکی از میان محلول نمک‌های آبی توانست واکنش شیمیایی انجام دهد و موادی را به دست آورد. بعدها شاگرد وی، به نام مایکل فارادی، به فعالیت‌های کمی در این حوزه پرداخت و توانست بین مقدار بار الکتریکی و مقدار ماده تولید شده ارتباط پیدا کند. امروزه



می‌دانیم که طی فرایند برق کافت، مبادله الکترون رخ می‌دهد؛ یعنی در سطح الکتروود منفی (کاتد)، گونه‌های شیمیایی الکترون به دست می‌آورند و کاهش می‌یابند و در سطح الکتروود مثبت (آنود)، گونه‌های شیمیایی الکترون از دست می‌دهند و اکسایش می‌یابند. این جریان الکترون از بیرون محلول و از طریق منبع الکتریکی بین دو الکتروود برقرار می‌شود و در نتیجه به تجزیه ماده مورد آبکافت می‌انجامد.

### نکته‌های ایمنی

- استفاده از عینک و دستکش ایمنی الزامی است.
- برای دور ریختن پسماند آزمایش مطابق دستورالعمل پسماند مواد شیمیایی عمل کنید.
- این آزمایش با باتری و یا برق مستقیم به سادگی قابل انجام است. با استفاده از هر نوع باتری ساده می‌توانید انجام دهید.

### مهارت‌های کلیدی

- مهارت‌ها و روش‌های جداسازی مواد
- به‌کارگیری جریان الکتریکی در جداسازی

## بر دانش خود بیفزایید



برق‌کافت یا «الکترولیز» در شیمی و صنعت، شیوه‌ای برای تجزیه و خالص‌سازی عناصر و ترکیب‌هایی است که با پیوند شیمیایی به هم متصل هستند. این جداسازی با گذراندن جریان الکتریکی مستقیم از میان این مواد صورت می‌گیرد؛ برای مثال، زمانی که جریان الکتریکی از آب می‌گذرد، اتم‌های هیدروژن و اکسیژن از هم جدا و به گاز تبدیل می‌شوند. این واکنش شیمیایی فرایندی غیر خودبه‌خودی است که به وسیله انرژی الکتریکی به وقوع می‌پیوندد. در روش برق‌کافت، نمک‌های فلزهای قلیایی و امکان تولید فلز نمک وجود ندارد، زیرا پتانسیل کاهش آنها به شدت پایین است و آب قبل از این فلزات کاهش یافته و در رقابت پیروز شده است.

## نکته مهم انجام آزمایش

اتصال‌های الکترودها را به خوبی بررسی کنید که به منبع وصل باشند.

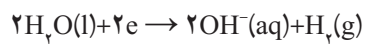
## پاسخ فعالیت‌ها و پرسش‌های کتاب

۱ اگر در الکترودی که اطراف آن ارغوانی است، واکنش زیر انجام شود، آن را کامل کنید. علت رنگ



ارغوانی چیست؟ این واکنش را چه می‌نامید؟

پاسخ: همان‌طور که از معادله واکنش مشخص است، غلظت OH افزایش یافته و محیط بازی می‌شود و واکنش کاهش می‌گویند.



۲ با توجه به پتانسیل کاهشی پتاسیم و آب، به نظر شما چرا با این روش نمی‌توان فلز پتاسیم را تهیه کرد؟  
پاسخ: چون پتانسیل کاهشی آب مثبت‌تر است و تا زمانی که آب در محیط وجود داشته باشد، امکان کاهش فلز پتاسیم وجود ندارد.

۳ چگونه می‌توانید ماده‌ی آزاد شده در آند را تشخیص دهید؟  
پاسخ: با شناسایی قابل شناسایی است.

۴ چرا نباید در پوش‌ها محکم بسته شوند؟  
پاسخ: چون گاز آزاد می‌شود و احتمال پرتاب در پوش وجود دارد.

۵ به الکترودی که در آن کاهش انجام می‌شود، «کاتد» و به الکترودی که در آن اکسایش انجام می‌شود، «آند» می‌گویند. با توجه به این تعریف الکتروکاتد و آند را مشخص کنید.  
پاسخ: الکترودی که در آن هیدروژن آزاد می‌شود، کاتد و الکترودی که در آن ید آزاد می‌شود، آند است.

۶ معادله‌ی کلی واکنش انجام شده را کامل کنید.  
پاسخ: 
$$\text{KI(aq)} \rightarrow \text{KOH(aq)} + \dots(\text{s})$$
$$\text{KI(aq)} \rightarrow \text{KOH(aq)} + \text{I}_2(\text{s})$$

## ارزشیابی

ارزشیابی فرایند: بخشی از نمره‌ی دانش‌آموزان به فعالیت‌های ایشان در اجرای آزمایش تعلق دارد که می‌تواند به همکاری مؤثر در گروه، دقت در اندازه‌گیری و ثبت نتایج و کاربرد صحیح ابزار اختصاص داده شود.  
ارزشیابی پایانی: شامل دو بخش عملی و نظری است. در بخش عملی از دانش‌آموز بخواهید که ابزار و شرایط یک مرحله از آزمایش را آماده کند؛ مثلاً یک مرحله از آزمایش را به‌طور کامل انجام دهد. در بخش نظری می‌توانید از مبانی نظری آزمایش سؤال‌هایی مطرح کنید و از دانش‌آموز بخواهید نتیجه‌ی آزمایش فرضی شما را پیش‌بینی و استدلال کند.

## آزمایش‌های مشابه (جایگزین)

با توجه به ساده بودن روش آزمایش و در دسترس بودن همه‌ی مواد و ابزار مورد نیاز، اجرای آن در تمام مدرسه‌ها امکان‌پذیر است و آزمایش جایگزین پیشنهاد نمی‌شود.

## ۱۵- چگونه یک الکتروسکوپ ساده و حساس بسازیم؟

### هدف‌های آزمایش

- دست‌ورزی و استفاده از ابزارهای ساده برای تقویت مهارت‌های ساخت وسیله‌ای مرتبط با مفاهیم علمی؛
- یادآوری مفاهیم علوم هشتم در مورد الکتریسیته ساکن، شامل:
  - باردار کردن الکتروسکوپ به کمک تماس،
  - باردار کردن الکتروسکوپ به روش القا،
  - تشخیص جسم باردار و جسم بدون بار به کمک الکتروسکوپ،
  - تشخیص نوع بار جسم باردار به کمک الکتروسکوپ،
  - تشخیص رسانا بودن و یا نارسانا بودن جسم.

### پیشینه آزمایش

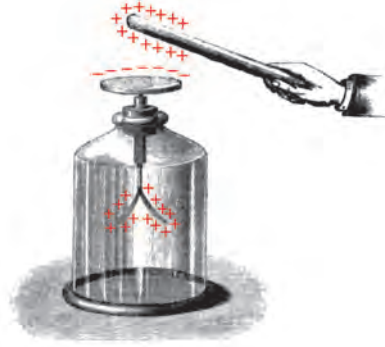
نخستین وسیله برای تشخیص اینکه جسمی بار الکتریکی دارد یا خیر، سوزنی بود که به راحتی می‌توانست حول محور عمودی بچرخد (مانند عقربه‌های مغناطیسی بدون محافظ امروزی). چنین وسیله‌ای را که در شکل زیر می‌بینید، ویلیام گیلبرت در سال ۱۶۰۰ میلادی ساخت و آن را «ورسوریم» (Versorium) نامید. با نزدیک کردن جسم باردار به نوک عقربه ورسوریم، به دلیل القای الکتریکی، عقربه به طرف جسم می‌رفت و معلوم می‌شد که جسم باردار است. با این وسیله نمی‌توانستند نوع بار را تشخیص دهند، چون همواره جذب اتفاق می‌افتاد.



نوع دیگر الکتروسکوپ توسط جان کاتون، فیزیک‌دان انگلیسی، در سال ۱۷۵۴ میلادی ساخته شد (شکل روبه‌رو). وسیله او یک آونگ نارسانای آویزان از پایه عایق بود. با نزدیک کردن جسم باردار، آونگ جذب جسم باردار می‌شد. برای تعیین نوع بار هم ابتدا آونگ را باردار می‌کردند و سپس جسم باردار را به نزدیک آن می‌بردند. در صورتی که دفع اتفاق می‌افتاد، معلوم می‌شد که جسم، بار موافق با آونگ دارد.



نوع سوم الکتروسکوپ که به الکتروسکوپ‌های امروزی شبیه است، توسط فیزیک‌دان انگلیسی، آبراهام بنت، در سال ۱۷۸۷ با عقربه‌هایی از ورقه نازک طلا ساخته شد (شکل زیر).



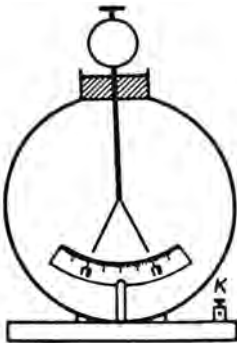
### نکته ایمنی

هنگام درست کردن بدنه الکتروسکوپ دستکش کار بپوشید.

### مهارت‌های کلیدی

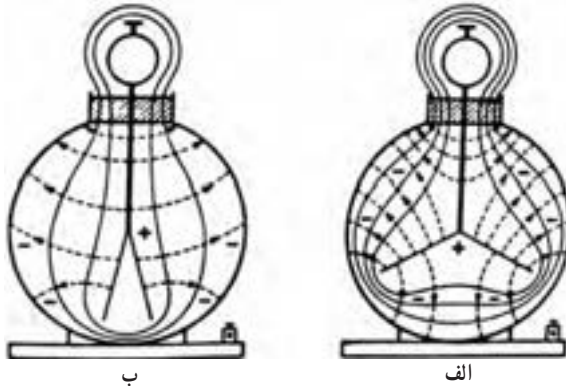
- مهارت کار با ابزار و وسایل ساده؛
- مهارت کار با الکتروسکوپ.

### بر دانش خود بیفزایید



همان‌طور که در پیشینه آزمایش مشاهده شد، الکتروسکوپ را به شکل‌های متفاوت می‌سازند. اگر بخواهیم به صورت دقیق‌تر این وسیله را بررسی کنیم، باید گفت که الکتروسکوپ در اصل اختلاف پتانسیل را نشان می‌دهد. فرض کنید الکتروسکوپی مطابق شکل روبه‌رو با یک محفظه فلزی و صفحه مدرج برای خواندن اندازه‌گیری‌ها در اختیار داریم. محفظه فلزی این اسباب را با زمین و میله آن را با جسم باردار تماس می‌دهیم. بخشی از بار میله به الکتروسکوپ می‌رود و برگه‌ها با زاویه معینی از هم دور می‌شوند این زاویه انحراف چه چیز را نشان می‌دهد؟

وقتی که برگه‌ها باردار شوند، داخل اسباب میدان الکتریکی به وجود می‌آید (شکل زیر-الف). خطوط این میدان با خط‌چین و سطوح هم‌پتانسیل با خط پیوسته نشان داده شده‌اند. سطح محفظه فلزی یک سطح هم‌پتانسیل است. سطح میله و برگه‌ها نیز سطح هم‌پتانسیل است، اما طبیعی است که آنها سطوح هم‌پتانسیل متفاوت‌اند. اختلاف پتانسیل بین این سطوح به میدان الکتریکی درون اسباب بستگی دارد. سطوح هم‌پتانسیل دیگر بین این دو قرار دارند (شکل زیر-ب). این سطوح با تعداد خطوط میدان یکسان قطع شده‌اند. بنابراین تعداد سطوح هم‌پتانسیل در شکل، به مقدار اختلاف پتانسیل بین برگه‌ها و محفظه بستگی دارد. اگر این اختلاف زیاد باشد، سطوح هم‌پتانسیل بیشتری می‌کشند و از این رو افت پتانسیل به ازای واحد طول زیاد است. در نتیجه شدت میدان در اطراف برگه‌ها زیاد است. برعکس، اگر اختلاف پتانسیل بین محفظه و برگه‌ها پایین باشد، افت پتانسیل زیاد نیست و شدت میدان نزدیک برگه‌ها کم است.



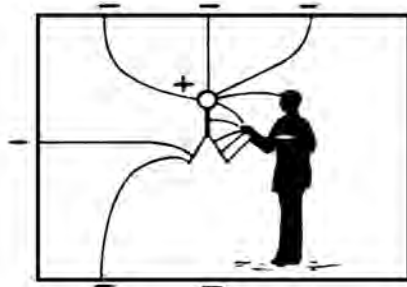
دور شدن برگه‌ها از هم، به نیروی مؤثر بر آنها، یعنی سرانجام به شدت میدان الکتریکی در نزدیکی آنها، بستگی دارد. هرچه اختلاف پتانسیل بالاتر باشد، شدت میدان در نزدیکی برگه‌ها بزرگ‌تر و در نتیجه زاویه انحراف بزرگ‌تر است. با ایجاد اختلاف پتانسیل‌های یکسان بین برگه‌ها و محفظه، مشاهده می‌شود که برگه‌ها انحراف یکسانی پیدا می‌کنند. بنابراین، باز شدن برگه در یک اسباب مشخص به اختلاف پتانسیل بین محفظه و آنها بستگی دارد. با مجهز کردن اسباب به صفحه مدرج، از روی زاویه باز شدن برگه‌ها می‌توان اختلاف پتانسیل را اندازه گرفت.

الکتروسکوپ که ما ساخته‌ایم، محفظه فلزی ندارد. بنابراین خطوط میدان که از بارها خارج می‌شوند، به اجسام پیرامون خود ختم می‌شوند. در این صورت نقش محفظه را دیوارها، سقف و کف اتاق، و بدن آزمایشگر بازی می‌کنند (شکل ۳۵). در این حالت، آرایش سطوح هم‌پتانسیل اطراف برگه‌ها و در نتیجه خطوط میدان الکتریکی، به طرز قرار گرفتن این اجسام بستگی خواهد داشت، و برای یک اختلاف پتانسیل یکسان می‌توانند

کاملاً متفاوت باشند. باز شدن برگه‌ها به آرایش نامنظم اجسام اطراف بستگی خواهد داشت و از این رو برای اندازه‌گیری‌های دقیق اختلاف پتانسیل این نوع الکتروسکوپ (بدون محفظه فلزی) وسیله مناسبی نیست.



ب



الف

### نکته‌های مهم انجام آزمایش

آزمایش‌های الکتریسیته ساکن خیلی به شرایط محیط، مانند رطوبت هوا و وسایلی که به کار می‌بریم، وابسته‌اند. بنابراین برای گرفتن نتیجه بهتر به توصیه‌های زیر توجه کنید:

■ در مناطقی که رطوبت هوا زیاد است، پارچه پشمی یا ابریشمی (کیسه فریزر) را که می‌خواهید با آن میله شیشه‌ای یا پلاستیکی را مالش دهید، به کمک سشوار خشک و همواره داخل یک بطری پلاستیکی دردار نگهداری کنید.

■ برای ساختن بدنه الکتروسکوپ از سیم بدون روکش هم می‌شود استفاده کرد. شاید در دسترس‌ترین وسیله گیره فلزی کاغذ باشد.

■ برای درست کردن عقربه‌ها مناسب‌ترین وسیله (حساس‌ترین الکتروسکوپ) فویل آلومینیومی نازک با ضخامت ۱۴ میکرون است. اگر فویل یافت نشود، می‌توان از کاغذ هم استفاده کرد.

■ معمولاً برای باردار کردن الکتروسکوپ ابتدا به کمک مالش دو جسم، در یکی بار الکتریکی ایجاد می‌کنیم و سپس به کمک القا یا تماس، الکتروسکوپ را باردار می‌کنیم. جسم‌های مناسب برای باردار کردن عبارت‌اند از: میله شیشه‌ای (هم‌زن شیشه‌ای)، میله پلاستیکی، خط‌کش پلاستیکی، نی نوشیدنی، ظرف یک‌بار مصرف فومی، دستمال کاغذی، پوست دست، موی سر، نایلون، کیسه فریزر، طلق و شیرازه، لوله پلیکا، لوله‌های پی‌وی‌سی آب، یونولیت و ...

## پاسخ به پرسش‌های متن

بند ۶: عقربه منحرف نمی‌شود. خیر، چون اختلاف پتانسیل الکتروسکوپ (پتانسیل در حد کیلوولت) با دست (پتانسیل صفر) خیلی زیاد است و ضخامت روکش سیم کم است. بنابراین القای بار باید روی یک جسم خیلی بزرگ انجام شود (الکتروسکوپ و بدن ما) که به دلیل کوچک بودن میدان الکتریکی، القاگر انحرافی در عقربه مشاهده نمی‌شود.

بند ۷: عقربه منحرف می‌شود. میله باردار باعث القای بار الکتریکی در الکتروسکوپ می‌شود و قسمت کلاهک الکتروسکوپ بار مخالف بار میله، و عقربه‌ها بار موافق بار میله را پیدا می‌کنند و عقربه‌ها همدیگر را دفع می‌کنند. توجه شود که کل الکتروسکوپ خنثی است. در حالت قبل، چون الکتروسکوپ با دست در تماس است، اثر القای الکتریکی به حدی کم است که نمی‌تواند باعث انحراف عقربه الکتروسکوپ شود.

بند ۸: بار منفی، بار منفی.

بند ۹: بار مثبت. در باردار کردن به روش القا، بار القا شده مخالف بار القاگر (میله) است.

بند ۱۰: انحراف عقربه‌ها کم می‌شود. بار میله مخالف بار الکتروسکوپ، یعنی مثبت است.

## ارزشیابی

برای ارزشیابی عملی، از هر کدام از دانش‌آموزان بخواهید یک الکتروسکوپ بسازند و با خود به مدرسه بیاورند و از آنها بخواهید که یک یا چند فعالیت زیر را انجام دهند.

۱ به روش تماس الکتروسکوپ را باردار کنند.

۲ به روش القا الکتروسکوپ را باردار کنند.

۳ به کمک الکتروسکوپ جسم باردار و جسم بدون بار را مشخص کنند.

۴ به کمک الکتروسکوپ نوع بار جسم بارداری را تشخیص دهند.

۵ رسانا بودن و یا نارسانا بودن چند جسم را تشخیص دهند.

یک میله پلاستیکی را با پارچه پشمی مالش می‌دهیم و آن را به یک الکتروسکوپ تماس می‌دهیم. در همین حال برای یک لحظه الکتروسکوپ را به زمین تماس می‌دهیم و سپس میله را جدا می‌کنیم. بار نهایی الکتروسکوپ:

۱ مثبت است.

۲ منفی است.

۳ خنثی است.

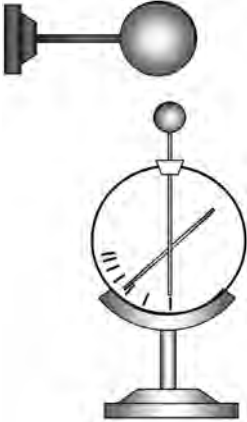
۴ بسته به بار میله، هر سه حالت ممکن است.

- مراحل باردار شدن الکتروسکوپ به روش القا را به کمک یک میله پلاستیکی با رسم شکل توضیح دهید.
- مراحل باردار شدن الکتروسکوپ به روش القا را به کمک یک میله شیشه‌ای با رسم شکل توضیح دهید.

## آزمایش مشابه (جایگزین)

اساس کار الکتروسکوپ بر دفع بارهای همنام است که می‌توان به روش‌هایی ساده وسایلی بسازید که به نوعی باردار شدن اجزای آنها نشان داده شود.

- انتهای تعدادی نی نوشیدنی پلاستیکی را سوراخ و به کمک یک نخ آنها را به هم وصل کنید. حال قسمتی از نی‌ها را که به هم وصل شده‌اند، با یک دست بگیرید و با دست دیگری نی‌ها را بکشید تا باردار شوند. سپس به کمک نخ نی‌ها را بگیرید. مشاهده می‌کنید که نی‌ها از هم فاصله می‌گیرند.
- دو کره باردار هم‌اندازه، یکی رسانا و دیگری نارسانا با توزیع بار یکنواخت و دارای بارهای هم‌اندازه موجودند. مطابق شکل زیر یک بار کره رسانا و بار دیگر کره نارسانا را در فاصله یکسان از الکتروسکوپ بدون بار نگه می‌داریم. انحراف عقربه در کدام حالت بیشتر است؟



- ۱ برای کره رسانا بیشتر است.
- ۲ برای کره رسانا کمتر است.
- ۳ برای هر دو کره برابر است.
- ۴ بستگی به نوع بار آنها دارد.

- از یک تلق جلد کتاب دو نوار مستطیل شکل به عرض سه سانتی‌متر و طول جلد بسازید. دو نوار را روی هم قرار دهید و یک طرف آن را بگیرید و با دست دیگر نوارها را بکشید تا باردار شوند. مشاهده می‌کنید که نوارها از هم دور می‌شوند.

## مفاهیم کلیدی

الکتروسکوپ (برق‌نما)، بار الکتریکی، رسانا، نارسانا، باردار کردن به روش تماس، باردار کردن به روش القا.

## ۱۶- بارهایی که به یک جسم رسانا داده می‌شوند، کجا می‌روند؟

### هدف‌های آزمایش

- کسب مهارت کار با ابزار و وسایل ساده به منظور بررسی مفاهیم علوم تجربی؛
- بررسی توزیع بارهای الکتریکی در اجسام رسانا.

### پیشینه آزمایش

مایکل فاراده (۱۸۶۷-۱۷۹۱)، دانشمند انگلیسی، قفسی فلزی ابداع کرد تا ثابت کند، بارهای الکتریکی در سطح خارجی رسانا توزیع می‌شوند. او آزمایش‌های خود را بر مبنای کارهای بنیامین فرانکلین (۱۷۹۰-۱۷۰۶) انجام داد. در سال ۱۸۷۳ میلادی، مایکل فاراده فردی را در یک قفس رسانای بزرگ قرار داد. بارهای الکتریکی به کمک یک واندوگراف بزرگ که در نزدیک قفس قرار داشت، روی این قفس رسانا تخلیه می‌شدند و بارهای الکتریکی به صورت جرقه از گوشه‌های آن دیده می‌شدند. ولی فرد درون قفس هیچ آسیبی ندید. وی با این آزمایش نشان داد، بارهای الکتریکی که به یک رسانا داده می‌شوند، به سطح خارجی رسانا می‌روند و میدان الکتریکی و اختلاف پتانسیل داخل جسم رسانا صفر است.



### نکته‌های ایمنی

- از دست زدن به کلاهک و واندوگراف هنگام کار و زمان باردار بودن آن خودداری کنید.
- قبل و بعد از اتصال سیم رابط به واندوگراف، از خالی بودن آن مطمئن شوید.

## مفاهیم کلیدی

- سطح خارجی یک جسم رسانای باردار در حال تعادل، یک سطح هم‌پتانسیل است.
- میدان الکتریکی و اختلاف پتانسیل داخل رسانای باردار، در حال تعادل صفر است.
- بارهای الکتریکی در سطح خارجی رسانا توزیع می‌شوند.

## مهارت‌های کلیدی

مهارت و استفاده از ابزارهای ساده برای تقویت مهارت‌های ساخت وسیله‌ای مرتبط با مفاهیم علمی.

## بر دانش خود بیفزایید

اگر به جسم رسانایی بار الکتریکی داده شود، بارهای الکتریکی در آن توزیع می‌شوند. اما اگر جسم نارسانا باشد، بارهای الکتریکی در همان محل باقی می‌مانند؛ زیرا در نارسانا، الکترون‌ها نمی‌توانند آزادانه جابه‌جا شوند. اما در رسانا الکترون‌های آزاد وجود دارند و بارهای الکتریکی به راحتی می‌توانند جابه‌جا شوند. همان‌طور که در کتاب فیزیک ۲ رشته ریاضی بیان شده است، اگر باری اضافی به یک جسم داده شود، بارها روی سطح خارجی آن توزیع می‌شوند. نحوه توزیع بار در رسانا به گونه‌ای است که میدان الکتریکی داخل رسانا صفر شود. به عبارت دیگر، در شرایط الکتروستاتیکی، میدان الکتریکی داخل رسانا نمی‌تواند صفر نباشد، زیرا اگر این میدان صفر نباشد، بر الکترون‌های آزاد داخل رسانا نیروی الکتریکی وارد می‌کند و سبب ایجاد جریان الکتریکی داخل رسانا می‌شود که این یعنی بارها در تعادل الکتروستاتیکی قرار ندارند. مطلب بالا را می‌توان به نوعی دیگر توجیه کرد: بارهای داده شده به جسم رسانا که به سطح خارجی آن رفته‌اند، چون همان‌اند، به یکدیگر نیروی رانشی وارد می‌کنند تا بیشترین فاصله را از هم داشته باشند. از نظر هندسی، سطح خارجی هر جسمی بزرگ‌ترین سطح را دارد و در این حالت بارها می‌توانند بیشترین فاصله را از هم داشته باشند. پس بارهای الکتریکی در سطح خارجی اجسام رسانا توزیع می‌شوند. اگر جسم کروی باشد، بارها به‌طور یکسان پخش می‌شوند و در جسم غیر کروی، مثلاً مکعب، تجمع بارها در نقاط نوک تیز بیشتر است. در حالتی که بارهای الکتریکی در سطح خارجی جسم رسانا قرار دارند، میدان الکتریکی درون رسانای باردار صفر است و بین نقاط مختلف درون رسانا اختلاف پتانسیلی وجود ندارد. یعنی اختلاف پتانسیل داخل اجسام رسانای باردار صفر است. اما در سطح خارجی که بارها در آن قرار دارند، همه نقاط سطح هم‌پتانسیل هستند. با توجه به برهان خلف به راحتی می‌توان پاسخ داد که اگر در سطح خارجی اختلاف پتانسیلی وجود داشته باشد، تعادل الکتروستاتیکی به وجود نمی‌آید و بارهای الکتریکی آن‌قدر جابه‌جا می‌شوند تا همه نقاط سطح خارجی جسم رسانا هم‌پتانسیل شوند.

## نکته‌های مهم انجام آزمایش

- به جای واندوگراف می‌توان از مولد الکتریسیته ساکن دیگری مانند الکتروفور استفاده کرد.
- اگر به کمک سیم بلندی اتصال به زمین (ارت) واندوگراف را به رسانای متصل به زمین وصل کنید واندوگراف بهتر باردار می‌شود.
- برای جلوگیری از تخلیه بار الکتریکی از سیم رابط بین واندوگراف و توری‌های فلزی، آن را با طول مناسب انتخاب کنید. و دقت کنید به اندازه کافی از اجسام رسانای دیگر دور باشد.
- در مرحله‌ای که دو توری سیمی را به هم می‌چسبانید، مراقب باشید که اتصال کامل صورت گیرد.
- اگر توری سیمی مقداری سیم نوک نیز اضافه دارد، آنها را به سمت داخل توری برگردانید و سعی کنید نقاط نوک تیز در اطراف توری‌ها نباشند، زیرا بارهای الکتریکی از نقاط نوک تیز تخلیه می‌شوند.

## پاسخ پرسش‌های متن

- بند ۳: عقربه‌های الکتروسکوپ از هم باز می‌شوند، زیرا عقربه‌ها باردار شده‌اند و انحراف آنها نشان‌دهنده وجود بار است.
- بند ۵: خیر، داخل رسانا بار الکتریکی وجود ندارند.
- بند ۶: بله، عقربه‌های الکتروسکوپ منحرف می‌شوند که نشان می‌دهد، در سطح خارجی توری‌ها بار الکتریکی وجود دارد، زیرا بارهای الکتریکی در سطح خارجی جسم رسانا توزیع می‌شوند.

## پاسخ توسعه و کاربرد

- ۱ برای ایمنی بیشتر در هنگام رعد و برق بهتر است درون اتومبیل با بدنه فلزی بمانیم یا از اتومبیل خارج شویم؟ چرا؟  
 پاسخ: بدنه فلزی اتومبیل تقریباً مانند قفسه فاراده عمل و از ما محافظت می‌کند. بنابراین درون اتومبیل با بدنه فلزی بمانیم، بهتر است.
- ۲ چرا دور رشته سیم مرکزی آنتن‌های تلویزیون‌ها را با سیم‌های بافته شده استوانه‌ای (سیم کواکسیال) پوشش می‌دهند؟  
 پاسخ: میدان الکتریکی و اختلاف پتانسیل داخل جسم رسانای باردار صفر است.



## یافته‌های من

- بارهای الکتریکی در سطح خارجی جسم رسانا توزیع یا پخش می‌شوند.
- میدان الکتریکی داخل رسانای باردار در حالت تعادل صفر است.

## ارزشیابی

- هنگامی که کلاهک وان‌دوگراف باردار روشن به یکی از صافی‌ها متصل است، چرا عقربه‌های الکتروسکوپ منحرف می‌شوند؟
- چرا با چسباندن صافی دوم به صافی اول، انحراف عقربه‌های الکتروسکوپ صفر می‌شود؟

## آزمایش‌های مشابه (جایگزین)

- یک استوانه فلزی توخالی (قوطی کنسرو) را روی پایه عایق قرار می‌دهیم و به داخل و خارج استوانه هر کدام دو آونگ الکتریکی کوتاه وصل می‌کنیم. اگر به کمک یک رشته سیم، بار الکتریکی را از وان‌دوگراف به استوانه فلزی وصل کنیم، مشاهده می‌شود که دو آونگ بیرونی از هم دور می‌شوند، ولی دو آونگ داخلی هیچ تغییری نمی‌کنند. این موضوع نشان می‌دهد: بارهای الکتریکی در سطح خارجی جسم رسانا (استوانه) توزیع می‌شوند.
- یک لیوان فلزی فیش‌دار را روی کلاهک وان‌دوگراف قرار می‌دهیم. گلوله آونگی را درون استوانه می‌آویزیم. با راه‌اندازی وان‌دوگراف هیچ تغییری در گلوله دیده نمی‌شود (حتی اگر گلوله آونگ را به سطح داخلی استوانه بچسبانیم). اما اگر گلوله آونگ را به سطح بیرونی استوانه تماس دهیم، مشاهده می‌کنیم گلوله آونگ دور می‌شود. این موضوع نشان می‌دهد: در سطح خارجی بار الکتریکی وجود دارد.
- روی سطح بیرونی و درون استوانه فلزی سر مخروطی با پایه عایق، خرده‌های کاغذ قرار می‌دهیم. با اتصال الکتریکی استوانه به وان‌دوگراف و راه‌اندازی آن مشاهده می‌کنیم، خرده‌های کاغذ از سطح بیرونی استوانه پرتاب می‌شوند، اما خرده‌های کاغذ داخل استوانه بدون حرکت در جای خود می‌مانند.

## ۱۷- چگالی سطحی بار الکتریکی در کدام قسمت‌های رسانا بیشتر است؟

### هدف‌های آزمایش

- دست‌ورزی و استفاده از ابزار ساده برای ساخت وسیله‌ی مرتبط با مفاهیم علوم تجربی؛
- درک این موضوع که چگالی بار الکتریکی در نقاط نوک تیز بیشتر است.

### پیشینه‌ی آزمایش

برای اولین بار در سال ۱۷۶۲ میلادی، جان کارل ویلک سوئدی (۱۷۹۶-۱۷۳۹) «الکتروفور» را اختراع کرد. بعدها الکساندر ولتا، دانشمند ایتالیایی (۱۸۲۷-۱۷۴۵) که به‌عنوان مخترع باتری شناخته شده است مدعی اختراع آن شد.



### نکته‌ی ایمنی

جرقه‌ای که از تخلیه‌ی بار الکتریکی الکتروفور ایجاد می‌شود، می‌تواند در صورت وجود بخارات مواد آتش‌گیر آنها را شعله‌ور کند.

### مهارت کلیدی

مهارت استفاده از ابزار برای ساخت الکتروفور

## بر دانش خود بیفزایید

توزیع بار الکتریکی در یک جسم رسانا به شکل آن بستگی دارد. علاوه بر این، هرچه جسم بزرگ‌تر باشد، می‌تواند بار بیشتری در خود ذخیره کند. اجسام دارای بار الکتریسته ساکن، در هوای مرطوب زودتر از هوای خشک بار الکتریکی خود را از دست می‌دهند و اگر شکل غیر متقارن داشته باشند، از قسمت نوک تیزتر جسم سرعت تخلیه بار بیشتر است.

بار الفاشده روی الکتروفور همیشه مخالف بار جسم عایق باردار است؛ یعنی اگر الکتروفور را به پلاستیک باردار چسبانیم و با دست بارهای جابه‌جا شده روی الکتروفور را تخلیه کنیم، بار الکتروفور مثبت خواهد بود، زیرا الکتروفور به روش الف باردار می‌شود.

با تغییر خاصیت جسم عایق باردار (به‌جای زیر‌گلدانی از اسفنج استفاده کنید) می‌توان بار الکتروفور را تغییر داد.

## نکته مهم انجام آزمایش

هنگام تماس دست با الکتروفور باردار، در یک لحظه تمامی بار آن تخلیه می‌شود. در حالی که جسم عایق باردار (زیر‌گلدانی) نظیر آن عمل نمی‌کند و در تماس دست با آن تمامی بار تخلیه نمی‌شود.

## آزمایش مشابه (جایگزین)

با استفاده از وسایل دیگر می‌توان آزمایش فوق را تکرار کرد؛ مثلاً می‌توان یک تکه مقوا به قطر تقریبی ۲۰ سانتی‌متر را با برگ آلومینیمی پوشاند، یک لیوان پلاستیکی به‌عنوان دسته عایق در مرکز آن چسباند، و از قطعه ای یونولیت به‌عنوان جسم عایق استفاده کرد.

## پاسخ به پرسش‌های متن

بند ۳ : اتفاق خاصی نمی‌افتد، زیرا جسم رسانا فاقد بار الکتریکی است. اگرچه زیر‌گلدانی باردار شده باعث دور شدن بارهای الکتریکی (بار منفی) در جسم رسانا شده است، ولی با جداکردن جسم رسانا از زیر‌گلدانی، بارها به سر جای خود بازمی‌گردند.

بند ۴ : در این مرحله جسم رسانا (ظرف فلزی) بار الکتریکی پیدا کرده است. وقتی جسم رسانا را لمس می‌کنیم، بارهای همانم با بار زیر‌گلدانی خارج و از طریق بدن ما تخلیه می‌شوند و ظرف فلزی دارای بار مثبت می‌شود.

بند ۵ : لامپ نئون روشن می‌شود، زیرا اتم‌های گاز درون لامپ نئون با قرار گرفتن در یک میدان الکتریکی برانگیخته می‌شوند و زمانی که به‌جای خود برمی‌گردند، نور می‌دهند.

بند ۷ : درحالتی که بار را از لبه‌ الکتروفور برمی‌داریم، میزان انحراف عقربه‌ الکتروسکوپ بیشتر است. نتیجه می‌گیریم در نقاط نوک تیز چگالی بار بیشتر است.

### پاسخ توسعه و کاربرد

۱ تحقیق کنید چرا برق‌گیرها را نوک تیز می‌سازند؟

پاسخ : به دلیل بالا بودن چگالی بار در نقاط نوک تیز تخلیه‌ بار الکتریکی بهتر انجام می‌گیرد.

۲ .....

پاسخ : براساس این اصل که چگالی بار در نقاط نوک تیز بیشتر است، برق‌گیرهای ساختمان‌های بلند را از میله‌های نوک تیز رسانا که با کابل به زمین متصل هستند، می‌سازند.

### ارزشیابی

می‌توان از دانش‌آموزان خواست با مواد و وسایل دیگری الکتروفور بسازند.

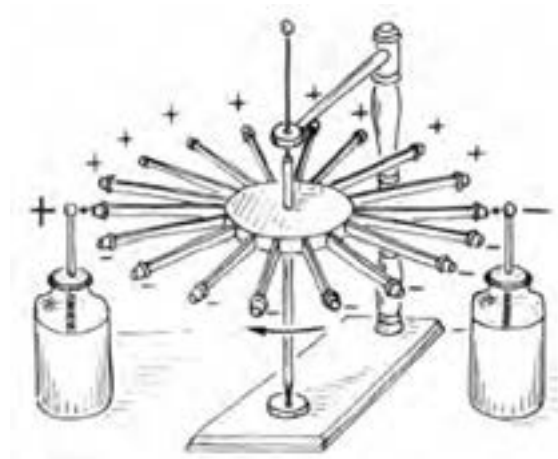
## ۱۸- چگونه یک موتور الکتروستاتیک بسازیم؟

### هدف‌های آزمایش

- دست‌ورزی و استفاده از ابزار ساده برای ساخت وسیله مرتبط با مفاهیم علوم تجربی؛
- آشنایی با نیروی دافعه بین بارهای همنام و نیروی جاذبه بین بارهای غیر همنام الکتریکی؛
- درک مفهوم و نقش زوج نیرو در حرکت دورانی.

### پیشینه آزمایش

بنیامین فرانکلین (۱۷۹۰-۱۷۰۶)، یک دهه قبل از اختراع موتور بخار توسط جیمز وات، موتور الکتروستاتیک را اختراع کرد. او مانند دیگر دانشمندان توانایی مواد متفاوت را در ذخیره کردن بارهای الکتریکی آزمود. در سال ۱۷۴۸، ماشینی اختراع کرد که شامل یک میله عمودی و یک چرخ پره‌دار بوده و می‌توانست حول محور خود دوران کند. این چرخ از چند میله شیشه‌ای نظیر پره‌های دوچرخه ساخته شده بود و نوک هر پره یک جسم برنجی نظیر انگشتانه قرار داشت. دو بطری لیدن با بارهای مثبت و منفی در دو طرف چرخ قرار داشت. نوک برنجی پره‌ها ابتدا بار الکتریکی ندارد. اما بعد جذب کلاهک بطری لیدن می‌شود و در لحظه تماس، به دلیل باردار شدن و نیروی دافعه بارهای همنام، از آن دور می‌شود. این اتفاق برای بطری دوم هم می‌افتد و باعث چرخش میله می‌شود (شکل زیر).



## نکته ایمنی

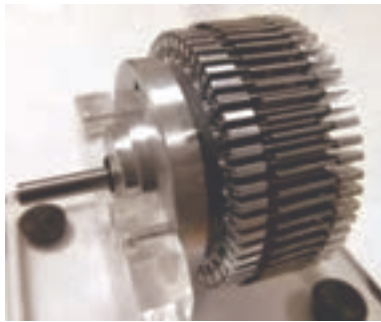
جریان‌های دارای اختلاف پتانسیل زیاد می‌توانند شوک ایجاد کنند. برای در امان ماندن بهتر است هنگام به کارگیری آنها دقت بیشتری کرد.

## مهارت کلیدی

مهارت استفاده از ابزار ساده در به کارگیری و ساخت موتور الکتروستاتیک.

## بر دانش خود بیفزایید

در دهه‌های ۱۷۴۰ و ۱۷۵۰ میلادی، موتورهای الکتروستاتیک توسط فرانکلین و اندرو گوردون توسعه یافتند. این موتورها برخلاف موتورهای الکتریکی که با اختلاف پتانسیل کم و جریان الکتریکی زیاد کار می‌کنند، به اختلاف پتانسیل زیاد و جریان بسیار کم نیاز دارند. به همین دلیل نسبت به موتورهای الکتریکی سبک‌تر و ساده‌تر هستند و برای ساخت موتورهایی با ابعاد کوچک در میکروماشین‌ها مناسب‌ترند. موتور الکتروستاتیک بسیار سبکی ساخته شده است که دارای بازده ۹۵ درصد و توان ۱۰۰ وات است و وزنی حدود ۲۰۰ گرم دارد (شکل زیر).

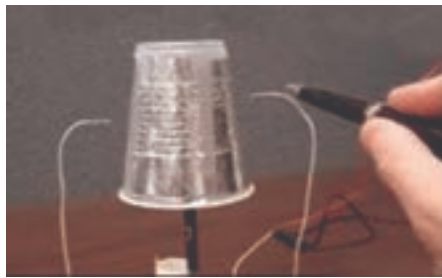


## نکته مهم انجام آزمایش

هنگام دوران بطری حول محور فلزی (پره دوچرخه) باید کمترین اصطکاک را داشته باشیم. دقت کنید، سیم‌های مثبت و منفی که جریان را از واندوگراف به نوارهای انتقال‌دهنده جریان و به برگ آلومینیومی می‌برند، در مسیر باهم تماس نداشته باشند، زیرا با وجود روکش عایق، در اختلاف پتانسیل‌های زیاد بین دو سیم تخلیه الکتریکی صورت می‌گیرد و از مقدار جریانی که باید روی بطری منتقل شود، کاسته می‌شود.

## آزمایش‌های مشابه (جایگزین)

ته یک لیوان کاغذی یک دکمه فشاری و به‌طور دقیق در وسط آن نصب کنید. روی لیوان را با ۳ یا ۴ نوار آلومینیومی به عرض ۱ سانتی‌متر و طول ۴ سانتی‌متر طوری بچسبانید که فاصله نوارها از هم یکسان باشند. مداد نوک تیزی را روی یک پایه بگذارید و لیوان را روی مداد نوک تیز قرار دهید تا نوک تیز مداد داخل سوراخ دکمه فشاری قرار گیرد. سیم‌های مثبت و منفی وان دوگراف را در دو طرف لیوان به فاصله چند میلی‌متری از نوارها روی لیوان قرار دهید. با به‌کار انداختن وان دوگراف لیوان حول محور خود شروع به دوران می‌کند (شکل زیر).



## پاسخ به پرسش‌ها و فعالیت‌های تکمیلی

۱ اساس کار موتورهای الکتریکی و موتورهای الکتروستاتیک را مقایسه کنید.  
پاسخ: موتورهای الکتریکی براساس نیروی دافعه و جاذبه مغناطیسی و موتورهای الکتروستاتیکی براساس نیروهای دافعه و جاذبه بارهای الکتریکی کار می‌کنند.

۲ .....

## ارزشیابی

می‌توان وسایل مورد نیاز آزمایش را در اختیار دانش‌آموزان قرار داد و از آنها خواست، با به‌کارگیری آنها و روشن کردن وان دوگراف، موتور الکتروستاتیک را به‌کار بگیرند.

## ۱۹- چگونه دمای تقریبی سیم درون لامپ روشن را به دست آوریم؟

### هدف‌های آزمایش

- استفاده درست از وسایل اندازه‌گیری الکتریکی، مانند ولت‌سنج، آمپرسنج و چندکاره (مولتی‌متر)؛
- آشنایی با طرز بستن مدار الکتریکی؛
- اندازه‌گیری و محاسبه دمای رشته لامپ روشن با استفاده از روابط فیزیکی؛
- بررسی اثر دما بر مقاومت الکتریکی.

### پیشینه آزمایش

با آنکه تقریباً همه توماس ادیسون را مخترع لامپ رشته‌ای می‌دانیم، ولی مورخان ۲۲ نفر را پیش از وی به عنوان مخترعان لامپ رشته‌ای معرفی می‌کنند. اهمیت کار ادیسون به این دلیل بود که وی توانست با تکنیک‌های به کار گرفته در لامپ خود ماندگاری و بازده آن را بهتر کند.

لامپ‌های رشته‌ای دارای رسانای با مقاومت زیاد هستند که در یک محفظه شیشه‌ای محتوای گازی بی‌اثر قرار گرفته است. وجود گاز بی‌اثر مانع از اکسید شدن رشته داغ لامپ می‌شود که بر اثر عبور جریان به شدت داغ شده است و از خود نور می‌دهد. معمولاً رسانای به کار رفته از جنس تنگستن است. عبور جریان باعث می‌شود دمای آن به حدود ۱۷۰۰ تا ۲۰۰۰ درجه سلسیوس برسد. لامپ‌های رشته‌ای بنا بر توان الکتریکی مصرفی به فروش می‌رسند. این توان با «وات» اندازه‌گیری می‌شود و اساساً به مقاومت رشته سیم به کار رفته در آن وابسته است. مشخصات این رشته، مانند طول رشته، ضخامت و جنس آن، مقاومت آن را تعیین می‌کند. در این لامپ‌ها حدود ۹۰ درصد توان مصرف شده، به جای نور قابل رؤیت به صورت گرما به محیط اطراف تابش داده می‌شود.

لامپ‌های رشته‌ای در اندازه‌ها و ولتاژهای متنوعی از ۱/۵ تا ۳۰۰ ولت، ساخته می‌شوند و با هر دو جریان مستقیم و متناوب کار می‌کنند. امروزه لامپ‌های رشته‌ای به تدریج جای خود را به لامپ‌های فلورسنت و لامپ‌های کم مصرف LED داده‌اند. LEDها از کم مصرف‌ترین و پربازده‌ترین منابع نوری به شمار می‌روند. براساس مصوبه هیئت وزیران، توزیع لامپ‌های رشته‌ای از آغاز سال ۱۳۹۳ به صورت رسمی در ایران ممنوع شده است.



## نکته‌های ایمنی

- گستره (محدوده) اندازه‌گیری ولت‌سنج، آمپرسنج و ولتاژ دو سر لامپ را در نظر بگیرید تا آسیبی به آنها وارد نشود؛
- برای اندازه‌گیری مقاومت رشته سیم درون لامپ در دمای اولیه (خاموش)، لامپ را از مدار جدا کنید و سپس با مولتی‌متر مقاومت آن را اندازه بگیرید.

## مفاهیم کلیدی

- مقاومت یک رسانا به دمای آن بستگی دارد و طبق قانون اهم در دمای ثابت، برابر نسبت اختلاف پتانسیل دوسر آن به شدت جریان عبوری که از آن می‌گذرد، بستگی دارد.
- دمای محیط و دمای قسمت‌های الکتریکی درون دستگاه‌ها در کارایی آنها مؤثرند، زیرا مقاومت مدارهای الکتریکی در حالت سرد و گرم متفاوت است.

## مهارت‌های کلیدی

- مهارت استفاده از ابزارهای اندازه‌گیری الکتریکی؛
- مهارت بستن مدارهای الکتریکی.

## بر دانش خود بیفزایید

«مقاومت ویژه» یک ماده به ساختار اتمی و دمای آن بستگی دارد. رساناهای الکتریکی خوب مقاومت ویژه بسیار کم و عایق‌های خوب، مقاومت ویژه بسیار زیادی دارند.

در حالت کلی، مقاومت ویژه رسانای فلزی با زیاد شدن دما افزایش می‌یابد. در یک رسانای فلزی، با افزایش دمای آن، تعداد حامل‌های بار (اینجا الکترون‌های آزاد) تقریباً ثابت می‌ماند، ولی ارتعاشات کاتوره‌ای اتم‌ها و یون‌های آن افزایش می‌یابند. همین عامل موجب افزایش برخورد حامل‌های بار با شبکه اتمی رسانای فلزی می‌شود و به این ترتیب، مقاومت رسانا در برابر عبور جریان زیاد می‌شود؛ مثلاً در یک لامپ رشته‌ای حبابی، مقاومت آن با افزایش دمای رشته به شدت افزایش می‌یابد. آزمایش نشان می‌دهد که مقاومت ویژه فلزات در یک گستره دمایی نسبتاً بزرگ، با تغییر دما تقریباً به‌طور خطی تغییر می‌کند.

در رساناهای فلزی ضریب افزایش مقاومت بر اثر تغییر دما مثبت است، اما در برخی از مواد مانند سیلیسیم، ژرمانیم و گرافیت، این ضریب منفی است. یعنی با افزایش دما مقاومت آنها کاهش می‌یابد و رسانایی بهتر می‌شود.

اگر دما در محدوده مشخصی تغییر کند، با تقریب خوبی، رابطه مقاومت ویژه جسم با دما به صورت زیر قابل قبول است:

$$\rho = \rho_0 [\lambda + \alpha (T - T_0)]$$

( $\rho_0$  مقاومت ویژه در دمای  $T_0$  و  $\rho$  مقاومت ویژه در دمای  $T$  است.)

با توجه به افزایش مقاومت ویژه رسانای فلزی، و به دنبال آن مقاومت نیز افزایش می یابد و در نتیجه رابطه تغییر مقاومت رسانا به صورت زیر خواهد شد.

$$R = R_0 [\lambda + \alpha (T - T_0)]$$

### نکته های مهم انجام آزمایش

- ولت سنج و آمپرسنج را به درستی در مدار قرار دهید تا آسیبی به آنها وارد نشود.
- در قرار دادن ولت سنج و آمپرسنج در مدار به علامت پایانه های + و - آن توجه کنید.

### پاسخ توسعه و کاربرد

۱ تحقیق کنید شدت نور لامپ های رشته ای به چه عامل هایی بستگی دارد؟  
پاسخ: شدت نور لامپ های رشته ای به توان مصرفی آنها بستگی دارد. توان هر لامپ نیز به ویژگی های رشته سیم، از جمله جنس و مقاومت آن وابسته است. و با توجه به رابطه انرژی، مصرفی هر لامپ ( $U = R I^2 t$ ) انرژی مصرفی و تابشی با مربع شدت جریان عبوری ( $I$ ) از آن نیز بستگی دارد. از طرفی شدت جریان به اختلاف پتانسیل وابسته است.

۲ تحقیق کنید چرا حباب لامپ های رشته ای را پر از گاز می کنند؟ مناسب ترین گاز برای آنها چه نوع گازی است؟ و چه نقشی دارد؟

پاسخ: اگر درون حباب لامپ های رشته ای هوا باشد، اکسیژن هوا با رشته سیم ترکیب می شود. در نتیجه، سیم اکسید می شود و به سرعت از بین می رود. اگر خلأ هم باشد، بر اثر تبخیر سطحی، رشته سیم نازک می شود و از بین می رود. به همین خاطر درون حباب لامپ های رشته ای را از گاز بی اثر مانند «آرگون» با فشار کم پر می کنند.

## یافته‌های من

- دمای رشته سیم درون لامپ، در مقدار مقاومت الکتریکی آن مؤثر است.
- با توجه به تغییرات مقاومت الکتریکی رشته سیم و با استفاده از روابط فیزیکی، می‌توان دمای تقریبی رشته سیم را به‌دست آورد.

## ارزشیابی

- چرا پس از مدت کوتاهی دمای لامپ‌های رشته‌ای ثابت می‌ماند و با عبور دائمی جریان دما بیشتر نمی‌شود؟
- چرا نمی‌توان به کمک مولتی متر، مقاومت لامپ روشن را به‌دست آورد؟
- چرا برای اندازه‌گیری مقاومت رشته سیم در لامپ در حالت خاموش، باید آن را از مدار جدا کرد؟

## آزمایش مشابه (جایگزین)

به جای لامپ ۲۲۰ ولت رشته‌ای می‌توان از لامپ‌های ۱۲ ولت خودرو هم استفاده کرد.

## ۲۰- مقاومت‌های متغیر وابسته چه نقشی در مدارها دارند؟

### هدف‌های آزمایش

- دست‌ورزی و استفاده از ابزارهای ساده برای تقویت مهارت ساخت وسیله مرتبط با مفاهیم علمی؛
- یادآوری مفاهیم فیزیک ۲ در مورد انواع مقاومت‌ها.

### پیشینه آزمایش

اولین «ترمیستور (NTC)» در سال ۱۸۳۳ توسط مایکل فاراده (۱۸۶۷-۱۷۹۱) کشف شد که در مورد رفتار نیمه‌رسانای سولفید نقره گزارش شده است. فاراده متوجه شد که مقاومت سولفید نقره با افزایش دما به طرز چشمگیری کاهش می‌یابد (این نیز اولین مشاهدات مستند شده از مواد نیمه‌رسانا بود). از آنجا که ترمیستورهای اولیه به سختی تولید شدند و برنامه‌های کاربردی برای فناوری محدود بود، تولید تجاری ترمیستورها تا دهه ۱۹۳۰ آغاز نشد. اولین ترمیستور تجاری قابل قبول توسط ساموئل روبن در سال ۱۹۳۰ میلادی اختراع شد.

### نکته ایمنی

هنگام گرم کردن مقاومت گرمایی مواظب باشید که دمای آن خیلی بالا نرود، چون احتمال خراب شدنش وجود دارد.

### مهارت کلیدی

مهارت کار با وسایل اندازه‌گیری، مهارت بستن مدار ساده الکتریکی.

### بر دانش خود بیفزایید

به مقاومت‌های متغیر وابسته به دما، ترمیستور (thermistor) می‌گویند که از مواد نیمه‌رسانا ساخته می‌شوند. این کلمه مخفف عبارت «temperature sensitive resistors» است. در ترمیستورها مقاومت الکتریکی با دما به‌طور غیرخطی تغییر می‌کند، بنابراین این نوع مقاومت‌ها اهمی نیستند. امروزه از ترمیستورها به دلیل حساسیت بالای آنها به عنوان حسگر دما در مدارهای الکترونیکی، زنگ خطر آتش، دماپاها و در دماسنج‌ها استفاده می‌شود.



(ب) تصویری از چند NTC

(الف) طرحی از چند ترمیستور و نماد آن در مدارهای الکتریکی

ترمیستورها بر اساس نیم‌رسانای تشکیل‌دهنده آنها به دو دسته NTC (با ضریب دمایی منفی) و PTC (با ضریب دمایی مثبت) تقسیم می‌شوند. مقاومت NTC با افزایش دما کاهش، و مقاومت PTC با افزایش دما افزایش می‌یابد. مقاومت نوری (LDR) نوعی مقاومت است که مقاومت الکتریکی آن به نور تابیده شده به آن بستگی دارد. به طوری که با افزایش شدت نور، مقاومت آن کاسته می‌شود؛ مثلاً یک مقاومت نوع LDR در تاریکی مقاومتی چند مگا اهمی دارد، در حالی که در یک نور مناسب، مقاومت آن به چند صد اهم می‌رسد. نوعی از این مقاومت‌ها از جنس نیمه‌رسانای خالص، مانند سیلیسیم هستند که با افزایش شدت نور تابیده شده، بر تعداد حامل‌های بار الکتریکی آنها افزوده می‌شود و در نتیجه مقاومت آنها کاهش می‌یابد. این نوع مقاومت هم غیر اهمی است.

## نکته‌های مهم انجام آزمایش

آنچه در این آزمایش مهم است، انتخاب ترمیستور یا مقاومت نوری با دمای مناسب در مدار است. مثلاً اگر می‌خواهید مداری شامل یک مقاومت نوری معمولی و یک موتور الکتریکی داشته باشید، برای «منبع تغذیه» بهتر است به جای دو عدد باتری قلمی متوالی از یک باتری ۹ ولتی استفاده کنید. زیرا مقاومت LDR زیاد است و جریان خیلی کمی از مدار عبور می‌کند و شاید موتور به حرکت در نیاید.

## پاسخ به پرسش‌های متن

- بند ۱: دیود نورگسیل روشن می‌شود. بسته به نوع LDR مورد استفاده، امکان دارد نور دیود نورگسیل خیلی کم باشد.
- بند ۲: اگر با نور چراغ قوه یا فلاش دوربین گوشی تلفن همراه به LDR نور بتابانیم، مقاومت آن کاهش می‌یابد و نور دیود نورگسیل بیشتر می‌شود.

بند ۳: دیود نورگسیل خاموش می‌شود، چون در این حالت LDR بیشترین مقاومت را دارد و مانع عبور جریان در مدار می‌شود.

بند ۵: روشنایی آن بیشتر می‌شود.

بند ۶: مقاومت الکتریکی LDR در حالتی که نور به آن نمی‌رسد، بیشترین مقاومت و با افزایش شدت نور، مقاومت آن کم می‌شود.

بند ۷: با افزایش دمای NTC مقاومت آن کاهش می‌یابد.

## یافته‌های من

مقاومت الکتریکی یک قطعه می‌تواند با دما تغییر کند. این ویژگی می‌تواند مفید باشد و با توجه به آن مدارهای متفاوتی را طراحی کرد.

## پاسخ توسعه و کاربرد

۱ در مورد کاربرد مقاومت‌های LDR در سامانه قطع و وصل روشنایی خیابان‌ها، دوربین عکاسی و... تحقیق کنید.

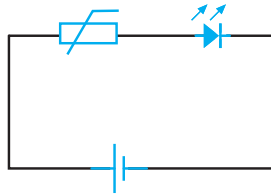
۲ کارایی مقاومت‌های حساس به گرما (ترمیستور) در سازوکار دماسنج‌های رقمی (دیجیتال) را تحقیق کنید.

۳ .....

با جست‌وجو در اینترنت به سادگی می‌توانید مدارهای الکترونیکی مناسبی را بیابید که براساس آنها، به کمک ترمیستورها و مقاومت‌های نوری می‌توان دماسنج و یا سنسورهای حساس به گرما و نور ساخت. ساخت این وسیله‌ها اگر چه ساده است، ولی به استفاده از ترانزیستور و گاهی «آی‌سی»ها نیاز دارد که فراتر از حد این کتاب است. می‌توانید از دانش آموزانی که به الکترونیک علاقه دارند و در این زمینه کارهایی را انجام داده‌اند، بخواهید که این وسیله‌ها را بسازند و برای آنها امتیاز جداگانه در نظر بگیرید.

## ارزشیابی

مداری مانند شکل زیر می‌بندیم که در آن LED با نور کم روشن است.



- الف) اگر ترمیستور از نوع NTC باشد، با افزایش دمای آن نور LED چگونه تغییر می‌کند؟ چرا؟  
ب) اگر ترمیستور از نوع PTC باشد، با افزایش دمای آن نور LED چگونه تغییر می‌کند؟ چرا؟

## آزمایش‌های مشابه (جایگزین)

می‌توانید در آزمایش مقاومت‌های گرمایی به جای دیود نورگسیل از موتور الکتریکی استفاده کنید. البته در این حالت باید مقاومت الکتریکی NTC شما در دمای اتاق در حد چند اهم باشد تا با گرم کردن آن، مقاومتش به اندازه کافی کم شود و جریان عبوری از مدار موتور را به چرخش درآورد.

## ۲۱- باتری‌های با نیروی محرکه یکسان، چه تفاوتی با هم دارند؟

### هدف‌های آزمایش

- آشنایی با نحوه اندازه‌گیری نیروی محرکه باتری؛
- کسب توانایی بستن مدار مناسب برای محاسبه مقاومت درونی باتری.

### پیشینه آزمایش

الکساندر ولتا (۱۸۲۷-۱۷۴۵)، فیزیک‌دان ایتالیایی، اولین مولد نیروی محرکه الکتریکی (emf) را ساخت که امکان مطالعه جریان الکتریکی را فراهم آورد و برای مقاصد عملی به کار رفت. این وسیله با استفاده از صفحه‌های دایره‌ای شکل از جنس فلز مس و فلز روی که به صورت یک در میان روی هم قرار گرفته‌اند و بین آنها کاغذی آغشته به محلول نمک خوراکی وجود دارد، ساخته شد. در آزمایش چراغ افروز شیمیایی، شما با نمونه‌ای از یک باتری یا مولد الکتریکی و نحوه ساخت آن آشنا شدید.

### نکته ایمنی

مواظب باشید که در صورت اتصال کوتاه باتری‌های الکالاین به دلیل عبور جریان زیاد، امکان آتش‌سوزی وجود دارد.

### مهارت‌های کلیدی

- مهارت کار با مولتی‌متر و اندازه‌گیری شدت جریان و اختلاف پتانسیل؛
- مهارت بستن مدار ساده الکتریکی.

### بر دانش خود بیفزایید

با انجام آزمایش چراغ افروز شیمیایی متوجه می‌شوید که بعد از مدت کمی، اختلاف پتانسیل ایجاد شده کم می‌شود و به صفر می‌رسد که علت آن افزایش مقاومت درونی مولد است. برای رفع این مشکل راه‌های متفاوتی وجود دارند که می‌توانند برای مدت زمان مناسبی، مانع از افزایش مقاومت درونی مولد شوند. البته بعد از انجام کامل واکنش‌های شیمیایی در نهایت این اتفاق می‌افتد و مقاومت درونی باتری به قدری افزایش می‌یابد که دیگر جریانی از آن عبور نخواهد کرد و گفته می‌شود که مولد فرسوده یا تمام شده است.

در کتاب شیمی ۳ با اساس کار مولدهای شیمیایی، مانند سلول گالوانی و باتری‌های امروزی و روش‌های



رفع مشکل افت پتانسیل آشنا خواهید شد. مولدها یا باتری‌های معمولی یک بار مصرف از دو الکتروود کاند و آند که در یک محلول الکترولیت قرار دارند، درست شده‌اند. بین کاند و آند یک دیواره متخلخل وجود دارد. در باتری‌های معمولی الکترولیت محلولی اسیدی است، اما در باتری‌های آلکالاین الکترولیت آن بازی است. باتوجه به فناوری به کار رفته در باتری‌های آلکالاین، مقاومت درونی آنها از باتری‌های معمولی کمتر است و برای دوربین‌های عکاسی و وسایلی که به جریان الکتریکی زیاد نیاز دارند، مناسب هستند.

### نکته مهم انجام آزمایش

در این آزمایش اگر می‌خواهید به جای لامپ رشته‌ای یا موتور الکتریکی از LED استفاده کنید، باید از LEDهای توان بالا، مثلاً نیم یا یک وات استفاده کنید، زیرا توان مصرفی LEDهای معمولی آنها خیلی کم است و افت ولتاژ قابل ملاحظه‌ای را نشان نمی‌دهند و در نتیجه دقت اندازه‌گیری کم می‌شود.

### پاسخ فعالیت‌ها و پرسش‌های کتاب

بند ۶: مقاومت درونی باتری آلکالاین کمتر از باتری معمولی است.

### یافته من

علاوه بر نیروی محرکه، مقاومت درونی از ویژگی‌های مهم هر باتری به حساب می‌آید.

### پاسخ توسعه و کاربرد

۱ تحقیق کنید آیا می‌توان به جای باتری ۱۲ ولتی اتومبیل، از ۸ باتری قلمی ۱/۵ ولتی متوالی برای استارت زدن اتومبیل استفاده کرد.

پاسخ: خیر نمی‌توان، اگر چه هشت باتری قلمی نیروی محرکه ۱۲ ولت را ایجاد می‌کند، اما مقاومت درونی آن به قدری زیاد است که نمی‌تواند راه‌انداز خودرو را به چرخش درآورد.

۲ تحقیق کنید باتری‌های اتومبیل چه ویژگی‌هایی باید داشته باشند تا بتوانند موتور اتومبیل را راه‌اندازی کنند؟ پاسخ: علاوه بر اختلاف پتانسیل مناسب، یکی از ویژگی‌های خیلی مهم باتری‌های خودرو مقاومت درونی خیلی کم آنها است. هنگام راه‌اندازی (استارت) موتور خودرو جریان خیلی زیادی در حد چند صد آمپر از راه‌انداز خودرو می‌گذرد. تنها باتری‌هایی می‌توانند این جریان زیاد را ایجاد کنند که مقاومت درونی خیلی کمی داشته باشند.

## ارزشیابی

برای ارزشیابی عملی، از هر کدام از دانش‌آموزان بخواهید یک باتری با خود به مدرسه بیاورد و به کمک سیم‌های رابط، آمپرسنج و ولت‌سنج و مصرف‌کننده، مقاومت درونی آن را اندازه بگیرند.

## آزمایش‌های مشابه (جایگزین)

ندارد.

## ۲۲- چگونه آهن را درست کنیم و خاصیت مغناطیسی آن را از بین ببریم؟

### هدف آزمایش

آشنایی با روش به وجود آوردن خاصیت مغناطیسی در مواد فرومغناطیس و از بین بردن خاصیت مغناطیس آنها.

### پیشینه آزمایش



پس از آنکه هانس کریستین اورستد (۱۸۵۱-۱۷۷۷) در سال ۱۸۲۰ کشف کرد که چگونه جریان الکتریکی میدان مغناطیسی ایجاد می‌کند، دانشمند انگلیسی، ویلیام استورجن آهنربای الکتریکی را اختراع کرد. در سال ۱۸۲۷، دانشمند آمریکایی، جوزف هنری (۱۸۷۸-۱۷۹۷) با استفاده از سیم دارای عایق مناسب کیفیت آهنربای الکتریکی را بهبود بخشید.

### نکته‌های ایمنی

برای ایجاد میدان مغناطیسی با «جریان یکسو» (به منظور ایجاد خاصیت مغناطیسی در جسم)، یا «جریان متناوب» (برای از بین بردن خاصیت مغناطیسی) پیشنهاد شده است از یک سیم پیچ  $60^\circ$  دور و منبع تغذیه استفاده شود. البته می‌توان از هر سیم پیچ دیگری با هر قطری استفاده کرد، به شرط آنکه شدت جریان با سیم پیچ مورد استفاده متناسب باشد، تا هم میدان مغناطیسی مناسبی ایجاد کند و هم آنقدر جریان زیاد نباشد که سیم پیچ بسوزد.

### مهارت کلیدی

مهارت در بستن مدارهای الکتریکی و استفاده از ابزار.

### بر دانش خود بیفزایید

انسان قرن‌ها قبل از میلاد مسیح با آهن‌ربا آشنایی داشته است. آهن‌ربای طبیعی نوعی «اکسید آهن» ( $Fe_3O_4$ ) به نام «مگنتیت» است. آهن‌ربای مصنوعی اولیه با مالش فولاد به مگنتیت ساخته شد. روش دیگر برای تولید آهن‌ربای مصنوعی قرار دادن فولاد یا آلیاژی از آن در یک میدان مغناطیسی حاصل از عبور

جریان از یک سیم پیچ است. امروزه آهنرباهای متنوعی از عناصر گوناگون ساخته شده‌اند که برخی از آنها عبارت‌اند از:

- آهنربای مصنوعی با آلیاژ آلومینیوم، نیکل و کبالت معروف به «آلنیکو»؛
- آهنربای دارای عنصر ساماریم (عنصر شماره ۶۲)، آلیاژی از کبالت و ساماریم؛
- آهنربای دارای آلیاژ استرانسیوم و اکسید آهن، معروف به «فريت»؛
- آهنربای آلیاژ نتودیمی (Nd)، (عنصر شماره ۶۰)، آهن و بور که قوی‌ترین آهنربای مصنوعی ساخته شده است، به فرمول  $Nd_2Fe_{14}B$ .

برای آنکه خاصیت مغناطیسی یک ماده فرومغناطیس سخت مانند یک میخ فولادی را از بیریم می‌توانیم آن را از یک طرف پیچه‌ای که به جریان متناوب وصل است وارد و به آرامی از طرف دیگر خارج کنیم. با این کار دوقطبی‌هایی که در میدان مغناطیسی خارجی ایجاد شده‌اند و توسط پیچه با جریان مستقیم و یا مالش با آهنربای دیگر تقریباً همسو شده‌اند، به حالت اولیه خود برمی‌گردند. در این حالت جسم خاصیت مغناطیس ندارد، چون حوضه‌های مغناطیسی اثر هم را خنثی می‌کنند.

### نکته مهم انجام آزمایش

برای ساختن آهن‌ریا و از بین بردن خاصیت مغناطیسی سوزن یا میله از سیم پیچ مناسب استفاده شود و ولتاژ مناسب اعمال شود تا آسیبی به سیم پیچ و منبع تغذیه وارد نشود.

### آزمایش‌های مشابه (جایگزین)

■ اگر یک قطعه فولادی مناسب در یک میدان مغناطیسی یکنواخت به مدت طولانی نگه داشته شود، در آن خاصیت مغناطیسی ایجاد می‌شود. در گذشته با قرار دادن اجسام فولادی در جهت قطب‌های مغناطیسی زمین، در آنها میدان مغناطیسی ضعیفی به وجود می‌آوردند. بهترین روش برای از بین بردن خاصیت مغناطیسی، روش الکتریکی است یعنی استفاده از سیم پیچ و جریان متناوب است.

### پاسخ به پرسش‌های متن

بند ۱: بیشتر سوزن‌های خیاطی آهنرباهای بسیار ضعیفی هستند که می‌توانند مقدار بسیار کمی از براده را جذب کنند.

بند ۴: در صورتی که جریانی که از پیچه عبور می‌کند، جریان مستقیم باشد، سوزن آهن‌ریا می‌شود.

بند ۷: وقتی سوزنی را که خاصیت مغناطیسی دارد، از درون پیچه‌ای که به جریان متناوب (AC) متصل است، به آرامی عبور دهیم، خاصیت مغناطیسی خود را از دست می‌دهد.  
بند ۱۰: وقتی لوله آزمایش حاوی براده آهن را که قبلاً خاصیت مغناطیسی پیدا کرده بود، به شدت تکان دهیم، این خاصیت از بین می‌رود.

### پاسخ توسعه و کاربرد

۱ تحقیق کنید آهنرباها را چگونه می‌سازند؟

پاسخ: یک قطعه آلیاژ مورد نظر برای ساختن آهنربا را در یک میدان مغناطیسی بسیار قوی حاصل از عبور جریان الکتریکی از یک پیچه قرار می‌دهند.

۲ تحقیق کنید آهنرباهای ضعیف شده آزمایشگاه را چگونه می‌توان تقویت کرد؟

پاسخ: یک سیم پیچ را به جریان مستقیم منبع تغذیه وصل می‌کنیم. با توجه به جهت جریان، قطب‌های N و S سیم پیچ را معلوم می‌کنیم. آهنربای ضعیف شده را متناسب با قطب‌های سیم پیچ در آن قرار می‌دهیم و مدت کوتاهی از سیم پیچ جریان زیادی عبور می‌دهیم.

۳ .....

### ارزشیابی

می‌توان اجسامی نظیر میخ فولادی را به دانش آموزان داد و از آنها خواست با استفاده از وسایلی نظیر پیچه، منبع تغذیه و... ابتدا آنها را به آهنربا تبدیل کنند و سپس خاصیت آهنربایی را در آنها از بین ببرند.

### آزمایش‌های مشابه (جایگزین)

می‌توان سوزن بلند یا یک میخ فولادی را به روش مالش یا القا نیز آهن‌ریا کرد و از قبل قطب‌های آن را نیز پیش‌بینی نمود.

## ۲۳- چگونه موتور الکتریکی ساده بسازیم؟

### هدف‌های آزمایش

- دست‌ورزی و استفاده از ابزارهای ساده برای تقویت مهارت‌های ساخت وسیله‌ای مرتبط با مفاهیم علمی؛
- یادآوری مفاهیم فیزیک ۲، فصل الکترومغناطیس:
- تشریح اساس کار این نوع موتور؛
- پیش‌بینی جهت چرخش آهنربا به درستی.

### پیشینه آزمایش

بعد از اینکه در سال ۱۸۲۰، هانس کریستین اورستد به اثر مغناطیسی جریان الکتریکی پی برد، در سال ۱۸۲۲، مایکل فاراده اولین موتور الکتریکی را اختراع کرد. موتور الکتریکی فاراده را در شکل زیر مشاهده می‌کنید. در این وسیله یک آهنربا وسط ظرفی شیشه‌ای به صورت عمودی قرار گرفته است. در این ظرف مقداری جیوه ریخته می‌شود. در بالای آهنربا، سیمی از حلقه‌ای رسانا آویزان است که به راحتی می‌تواند بچرخد و انتهای آن داخل جیوه قرار می‌گیرد. یکی از پایانه‌های باتری از کنارها به جیوه داخل ظرف، و پایانه دیگر به سیم آویزان متصل است که داخل جیوه قرار دارد. به سیم حامل جریان که در میدان مغناطیسی آهنربا قرار دارد، نیرو وارد می‌آید و باعث چرخش آن به دور آهنربا می‌شود. توجه داشته باشید، با توجه به زبان‌های جیوه برای انسان و محیط‌زیست، می‌توان در آزمایش بالا به جای جیوه از آب نمک استفاده کرد. موتور الکتریکی که در این آزمایش بررسی می‌شود، نمونه امروزی از موتور الکتریکی مایکل فاراده است.



### نکته ایمنی

چون باتری تقریباً در حالت اتصال کوتاه قرار دارد، احتمال گرم شدن بیش از حد آن وجود دارد.

### مهارت‌های کلیدی

- مهارت کار با ابزار و وسایل ساده؛
- مهارت کاربرد قاعده دست راست در نیروی وارد برسیم حامل جریان در میدان مغناطیسی.

### بر دانش خود بیفزایید



باتوجه به شکل روبه‌رو، جریان از پایانه مثبت باتری از طریق سیم برقرار می‌شود و طبق قاعده دست راست، از طرف میدان مغناطیسی نیرویی درون سیم وارد می‌آید. عکس‌العمل این نیرو برون‌سواست و به آهنربا وارد می‌آید و باعث چرخش ساعت‌گرد آن می‌شود. توجه داشته باشید، اگر پیچ را به پایانه منفی باتری وصل کنیم، جهت جریان تغییر می‌یابد و جهت چرخش هم پادساعت‌گرد می‌شود.

### نکته‌های مهم انجام آزمایش

- از آهنربای نئودیمیم استفاده کنید، زیرا این آهنرباها علاوه بر اینکه رسانای الکتریکی هستند، آهنربای خیلی قوی هم محسوب می‌شوند.
- از باتری‌های آلکالاین استفاده کنید، زیرا این نوع باتری نسبت به باتری‌های معمولی مقاومت درونی کمتری دارد و جریان بیشتری را در مدار ایجاد می‌کند.
- از سیم غیر فرومغناطیس استفاده کنید مسی گزینه مناسبی است.
- اگر آهنربای شما خیلی قوی باشد، باید طول پیچ را بلند در نظر بگیرید تا نیروی جاذبه مغناطیسی زیاد، باعث اصطکاک زیاد و اختلال در چرخش آهنربا و پیچ نشود.

## پاسخ به پرسش‌های متن

- بند ۲: به دلیل القای مغناطیسی، خاصیت مغناطیسی در بیج القا و جذب پایانه باتری می‌شود.
- بند ۳: آهنربا همراه با بیج شروع به چرخش می‌کند. (توضیح در بالا)
- بند ۴: جهت چرخش تغییر می‌کند. (توضیح در بالا)
- بند ۵: اگر جهت قطب‌های آهنربا معلوم نباشد، می‌توانیم با توجه به جهت چرخش آهنربا و استفاده از قاعده دست راست، قطب‌های آهنربا را مشخص کنیم.
- بند ۶: می‌توان به کمک یک عقربه مغناطیسی یا آویزان کردن آهنربا، قطب‌های آن را تعیین کرد.

## یافته‌های من

- نیروی الکترومغناطیسی می‌تواند باعث چرخش شود.
- موتورهای الکترومغناطیسی براساس نیروی الکترومغناطیسی کار می‌کنند.

## پاسخ توسعه و کاربرد

- ۱ تحقیق کنید که موتورهای جریان مستقیم چگونه کار می‌کنند؟  
 پاسخ: بسیاری از موتورهای الکترومغناطیسی کوچک که در اسباب‌بازی‌ها و وسایل برقی وجود دارند، از یک آهنربای دائمی و چند آهنربای الکتریکی ساخته شده‌اند. اساس کار آنها نیز بر دافعه و جاذبه قطب‌های مغناطیسی است.
- ۲ .....

## ارزشیابی

- برای ارزشیابی عملی، از هر کدام از دانش آموزان بخواهید یک موتور الکتریکی ساده بسازند، با خود به مدرسه بیاورند و یک یا چند فعالیت زیر را انجام دهند:
- قبل از روشن کردن موتور جهت چرخش آن را پیش‌بینی کنند.
  - با استفاده از آهنربایی که قطب‌های آن معلوم نیست، قطب‌های مغناطیس آهنربا را تعیین کنند.

## آزمایش‌های مشابه (جایگزین)

- این آزمایش مشابه آزمایش قسمت آخر قطار مغناطیسی است که مجموعه باتری و آهنرباها را روی یک ورقه آلومینیومی (فویل) کاملاً صاف قرار می‌دهید و مجموعه شروع به غلتیدن روی ورقه آلومینیومی می‌کند.



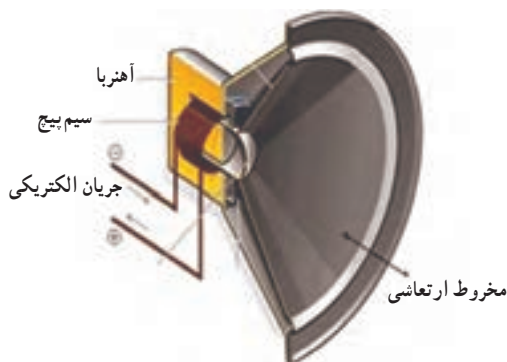
## ۲۴- چگونه یک بلندگوی ساده بسازیم؟

### هدف‌های آزمایش

- دست‌ورزی و استفاده از ابزار ساده برای ساخت وسیله‌ی مرتبط با مفاهیم علوم تجربی؛
- بررسی اثر میدان مغناطیسی متغیر آهنربای دائمی؛
- بررسی ایجاد صدا به دلیل ارتعاش‌های صفحه‌ی پلاستیکی.

### پیشینه‌ی آزمایش

ادوارد کلاگ (۱۸۸۳-۱۹۶۰) و چستر ویلیامز رایس (۱۸۸۸-۱۹۵۱) در سال ۱۹۲۴ اولین بلندگوی الکتریکی را براساس سیم‌پیچ متحرک اختراع کردند.



### نکته‌ی ایمنی

دقت کنید، هنگام به کارگیری بلندگوی دست‌ساز مقاومت پیچه حدود هشت اهم باشد (می‌توانید به کمک اهم‌سنج و یا با محاسبه‌ی طول سیم و داشتن مقاومت سیم، مقاومت پیچه را اندازه‌گیری کنید). اگر مقاومت تقویت‌کننده و مقاومت پیچه بلندگو تناسب نداشته باشند، باعث عبور جریان بیش از حد از مدار تقویت‌کننده‌ی صدا و آسیب رسیدن به بلندگو می‌شود.

## مهارت کلیدی

استفاده از ابزار در ساخت بلندگوی دست ساز.

## بر دانش خود بیفزایید

علاوه بر توان بلندگو که آن را با «W» نشان می‌دهند، مشخصه‌ها و پارامترهای دیگری در انتخاب بلندگوی خوب دخالت دارند. تا قبل از ۱۹۷۰، راه مشخصی برای تشخیص خوب بودن یا مقایسه بلندگوها وجود نداشت، اما بعد از آن به تدریج «انجمن مهندسان صوتی» (AES) استانداردهایی در این زمینه تدوین کردند که بیشتر پارامترهای فیزیکی بودند:

پارامتر FS (Free Air Resonant Frequency): این پارامتر فرکانس آزاد هوای یک بلندگو است. هر جسمی قسمت‌هایی دارد که در حالت‌های خاص بر اثر برخورد با انرژی صوتی به ارتعاش در می‌آیند و وقتی که یک صدا از بیرون منزل می‌تواند قسمت‌هایی از وسایل را، مثلاً شیشه‌های ساختمان را، به نوسان در آورد، در اثر کارکرد بلندگو قسمت‌های سازنده آن نیز ممکن است به ارتعاش در آیند. بدیهی است بلندگوهایی که هنگام کار قطعات سازنده آن مرتعش نشوند، کیفیت بهتری دارند.

پارامتر LE (Coil Inductance): این پارامتر «اندوکتانس» سیم پیچ بلندگو را نشان می‌دهد و واحد آن برحسب میلی هانری است که در فرکانس‌های حدود ۱ کیلو هرتز، مقاومت‌های استاندارد نظیر ۸ اهم، ۱۶ اهم و... را نشان می‌دهد.

پارامترهای دیگری نظیر «Q» یا «Q<sub>Vas</sub>» و... هم وجود دارند.

## نکته مهم انجام آزمایش

در این آزمایش محل قرار گرفتن آهنربا باید ثابت باشد. در کتاب توصیه شده است، آهنربا را داخل در بطری بچسبانیم. به جای آن می‌توانیم از دو آهنربا استفاده کنیم. آهنربای اصلی داخل در بطری قرار گیرد و متناسب با آن انتخاب شود و پشت در بطری آهنربای دیگری قرار دهیم تا محل قرار گرفتن آهنربا داخل سیم پیچ ثابت بماند. این کار باعث افزایش شدت میدان مغناطیسی نیز می‌شود و به کارایی بلندگوی دست‌ساز کمک می‌کند. چون بلندگوی ما از نظر فنی چندان بهینه نیست، شاید صدایی که شنیده می‌شود، ضعیف باشد. برای بهتر شنیده شدن صدا می‌توانید از یک آمپلی‌فایر (تقویت کننده صدا) استفاده کنید تا میزان ارتعاش بیشتر و در نتیجه صدا بهتر و واضح‌تر شنیده شود.

## آزمایش‌های مشابه (جایگزین)

داخل یک قوطی کبریت یک آهنربای قوی قرار دهید، به طوری که قطب‌های N و S آن مقابل دو طرف بخش متحرک قوطی کبریت باشند. روی جلد قوطی کبریت و درست بالای آهنربا، بین  $30^\circ$  تا  $50^\circ$  دور سیم لاکه  $3/0$  میلی‌متری بپیچید. با اتصال دوسر سیم پیچ به یک رادیوی کوچک یا اتصال آن به کمک فیش مخصوص صدا به خروجی صدای یک تلفن همراه، آن را آزمایش کنید. با تغییر جای آهنربا، بهترین وضعیت را برای تولید ماکزیمم صدا به دست آورید.

## پاسخ پرسش متن

بند ۷: با ارتعاش سیم پیچ حامل جریان در میدان مغناطیسی که این ارتعاش به بدنه پلاستیکی بطری منتقل می‌شود.

## پاسخ توسعه و کاربرد

۱ تحقیق کنید برای بهبود کیفیت صدای بلندگوها، آنها را چگونه می‌سازند؟  
پاسخ: سعی می‌کنند بلندگو را به گونه‌ای بسازند که فرکانس‌هایی تشدید کند که انسان قادر به شنیدن آنهاست ( $20^\circ$  هرتز تا  $20^\circ$  کیلو هرتز).

۲ عملکرد بلندگو و میکروفون را با یکدیگر مقایسه کنید.  
پاسخ: میکروفن‌ها ساختاری شبیه به بلندگو دارند، یا این تفاوت که در بلندگو عبور جریان باعث ارتعاش می‌شود و در میکروفن تغییر مقاومت یک جریان متناوب به وجود می‌آورد که می‌تواند در بلندگو صدا ایجاد کند.

..... ۳

## ارزشیابی

از دانش‌آموزان بخواهید، با شیوه جدید و ابداعی، به کمک سیم لاکه، مقوا، آهنربا و منبع تولید صدا (آمپلی فایر) یک بلندگو بسازند، یا بلندگویی را در مدار به عنوان یک میکروفن به کار گیرند (بلندگوهایی که از آهنربا و سیم پیچ تهیه شده‌اند).

## ۲۵- مواد از نظر مغناطیسی چه ویژگی‌هایی دارند؟

### هدف‌های آزمایش

- بررسی ویژگی مغناطیسی مواد متفاوت، مانند شیشه و آلومینیوم؛
- مقایسه جهت‌گیری مواد پارامغناطیس و دیامغناطیس در میدان مغناطیسی قوی.

### پیشینه آزمایش

ارسطو و طالس را می‌توان نخستین کسانی دانست که درباره مغناطیس گفت‌وگو کرده‌اند. البته در همین زمان (۶۰۰ پیش از میلاد)، پزشک بنام هندی، سوشروتا، آهن‌ریا رادر جراحی به کار می‌برد. همچنین در نوشته‌ای در سده چهارم پیش از میلاد در چین، از نوعی سنگ آهن‌ریا صحبت شده است. همچنین در نوشته‌های چینی بین سال‌های ۲۰ تا ۱۰۰ پس از میلاد نیز آمده است که این‌گونه سنگ سوزن را می‌ریاید. شن‌کوا، دانشمند برجسته چینی (۴۱۰ تا ۴۷۴ خورشیدی)، نخستین کسی بود که به ویژگی جهت‌دار بودن میدان در سوی شمال حقیقی/موقت در ستاره‌شناسی بی‌برد و قطب‌نما را ساخت.

الکساندر نکام، دانشمند انگلیسی، نخستین اروپایی بود که در سال ۵۶۶ خورشیدی (۱۱۸۷ میلادی) به شرح مغناطیس پرداخت. در سال ۶۴۸ خورشیدی (۱۲۶۹ میلادی)، پیرلرین دم‌ریکورت نخستین مقاله در شرح ویژگی‌های آهن‌ریا را نوشت. اشرف، دانشمند یمنی، ۱۳ سال پس از آن به بررسی ویژگی‌های آهن‌ریا و قطب‌نما پرداخت.

در سال ۹۷۹ خورشیدی (۱۶۰۰م)، ویلیام گیلبرت نمونه‌ای از کره زمین به نام «ترلا» ساخت و با آن اثبات کرد که زمین خود سرچشمه نیروی مغناطیس است (پیش از آن باور این بود که سرچشمه نیروی مغناطیسی ستاره قطبی است)

### نکته‌های ایمنی

- هنگام استفاده از دو آهن‌ریای نئودیمیومی مراقب انگشتان دست خود باشید. چون آهن‌ریا قوی است و با جذب یکدیگر، انگشت دست را گاز می‌گیرند.
- هنگام جذب دو آهن‌ریای نئودیمیومی مراقب باشید به آرامی به هم بچسبند. اگر به هم برخورد کنند، باعث شکسته شدن آهن‌ریا می‌شوند.

## مهارت‌های کلیدی

- مهارت تغییر جهت دادن میدان مغناطیسی (چرخش آهنرباها) با حوصله و دقت؛
- مهارت دقت و توجه به تغییرات به وجود آمده در حرکت میله آلومینیومی و شیشه‌ای در حضور میدان مغناطیسی دو آهنربای نئودیمی.

## بر دانش خود بیفزایید

موادی را که اتم‌ها یا مولکول‌های سازنده آنها خاصیت مغناطیسی داشته باشند، «مواد مغناطیسی» می‌نامند. در واقع می‌توان گفت: کوچک‌ترین ذره‌های تشکیل دهنده این مواد (اتم‌ها یا مولکول‌ها)، مانند دو قطبی مغناطیسی رفتار می‌کنند. آزمایش نشان می‌دهد که تمامی مواد در میدان‌های مغناطیسی قوی و ضعیف از خود واکنش نشان می‌دهند، اما همه مواد رفتار یکسانی ندارند. بنابراین آنها را در سه گروه طبقه‌بندی می‌کنند: فرومغناطیس، پارامغناطیس و دیامغناطیس. در ادامه به خواص و ویژگی‌های هر کدام از این دسته مواد می‌پردازیم.

مواد فرومغناطیسی: موادی هستند که اتم‌های آنها به طور ذاتی دارای دو قطبی مغناطیسی هستند. آهن، نیکل، کبالت و بسیاری از آلیاژهای دارای این عناصر، فرومغناطیس‌اند. برهم‌کنش‌های قوی بین دو قطبی‌های مغناطیسی در این مواد موجب می‌شود که این دو قطبی‌ها، حتی در نبود میدان خارجی، در ناحیه‌هایی که حوزه‌های مغناطیسی نامیده می‌شوند، همسو شوند. این مواد در میدان‌های مغناطیسی خارجی ضعیف هم از خود خاصیت مغناطیسی نشان می‌دهند.

مواد دیامغناطیسی: اتم‌های مواد دیا مغناطیسی، نظیر مس، نقره، سرب و بیسموت، به طور ذاتی فاقد خاصیت مغناطیسی‌اند. به عبارت دیگر، هیچ یک از اتم‌های این مواد دارای دو قطبی مغناطیسی خالصی نیستند. با وجود این، حضور میدان مغناطیسی خارجی قوی می‌تواند سبب القای دو قطبی مغناطیسی در خلاف سوی میدان‌های خارجی در مواد دیا مغناطیس شود.

مواد پارامغناطیسی: اتم‌های مواد پارامغناطیس خاصیت مغناطیسی دارند، اما دو قطبی‌های مغناطیسی وابسته به آنها به طور کاتوره‌ای سمت‌گیری کرده‌اند و میدان مغناطیسی خالصی ایجاد نمی‌کنند. با قرار دادن مواد پارامغناطیس در میدان مغناطیسی خارجی قوی، دو قطبی‌های مغناطیسی آنها مانند عقربه قطب‌نما در نزدیکی آهنربا رفتار می‌کنند و به مقدار مختصری در راستای خط‌های میدان مغناطیسی منظم می‌شوند. با دور کردن آهنربا از این مواد، دو قطبی‌های مغناطیسی آنها دوباره به طور کاتوره‌ای سمت‌گیری می‌کنند. مواد پارامغناطیسی در حضور میدان مغناطیسی قوی، خاصیت مغناطیسی ضعیف و موقت پیدا می‌کنند. اورانیوم، پلاتین، آلومینیم، سدیم، اکسیژن و اکسید نیتروژن از جمله مواد پارامغناطیسی‌اند.

## نکته‌های مهم انجام آزمایش

- تاب نخ را بگیرد (از بین ببرد) تا خود به خود نخ چرخش نداشته باشد.
- گرانیگاه (وسط) میله آلومینیومی یا شیشه‌ای را به درستی تنظیم کنید تا میله کاملاً افقی بایستد.
- فاصله دو آهن‌ریا را به درستی تنظیم کنید تا میله‌ها آزادانه بچرخند.
- در مرحله سوم آزمایش، آب ظرف کاملاً راکد باشد تا حرکت سرسوزن محتوی آب به درستی مشخص شود.

## پاسخ به پرسش‌های متن

- بند ۴: میله آلومینیومی تقریباً موازی میدان می ایستد.
- بند ۵: میله آلومینیومی همواره طوری می چرخد که در همان راستای میدان قرار گیرد، زیرا در میدان مغناطیسی قوی آلومینیوم نیز تحت تأثیر قرار می‌گیرد.
- بند ۷: میله شیشه‌ای مورب (نزدیک به عمود) قرار می‌گیرد.
- زاویه بین میله آلومینیومی و میدان مغناطیسی تقریباً صفر درجه است، اما میله شیشه‌ای زاویه‌ای غیر از صفر درجه می‌سازد. تفاوت در جنس آنهاست که یکی پارامغناطیس و دیگری دیامغناطیس است.
- بند ۹: آب توسط آهن‌ریای نئودیمیومی قوی رانده می‌شود، زیرا آب ماده‌ای دیامغناطیس است.

## پاسخ توسعه و کاربرد

- ۱ یکی از روش‌های ژئوفیزیکی اکتشاف معادن، روش مگنتومتری است. در این روش با استفاده از خواص مغناطیسی کانی‌ها و سنگ‌ها و همچنین تغییرات شدت میدان مغناطیسی سطح زمین، ذخایر زیرزمینی شناسایی می‌شوند. در این مورد تحقیق کنید.
- پاسخ: میدان مغناطیسی کره زمین به روش القا روی برخی از سنگ‌ها اثر می‌گذارد و آنها را مغناطیس می‌کند. با روش «مگنومتری» یا اندازه‌گیری میدان مغناطیسی مکان‌های متفاوت زمین، می‌توان به ترکیب برخی سنگ‌های سطح یا درون کره زمین پی برد.

## یافته‌های من

- به غیر از آهن، نیکل و کبالت، مواد دیگری مانند آلومینیوم، شیشه، آب و... در میدان مغناطیسی قوی از خود واکنش نشان می‌دهند.
- تفاوت انحراف و تغییر زاویه مواد پارامغناطیس (آلومینیوم) و دیامغناطیس (شیشه) در میدان مغناطیسی قوی.

## ارزشیابی

- لوله آلومینیومی و میله شیشه‌ای نسبت به خطوط میدان مغناطیسی قوی آهنربای نتودیمیومی چگونه قرار می‌گیرند؟
- آیا میدان مغناطیسی قوی روی مولکول‌های بدن انسان هم اثر می‌گذارد؟ چرا؟
- در دستگاه عکس برداری MRI از چه خاصیتی استفاده می‌شود تا از اندام‌های بدن عکس برداری کند؟

## آزمایش مشابه (جایگزین)

- اگر یکی از قطب‌های آهنربای نتودیمیومی بزرگ را به آرامی به شعله شمع روشن نزدیک کنید، دور شدن شعله را می‌توان دید.

## ۲۶- ساز و کار مبدل‌های الکتریکی چگونه است؟

### هدف‌های آزمایش

- آشنایی با ساختار مبدل‌های (ترانس) انرژی الکتریکی؛
- شناخت چگونگی اساس کار مبدل‌های افزایشده و کاهشده؛
- شناخت توانایی جریان متناوب در مبدل الکتریکی به علت تغییر شار مغناطیسی؛
- آشنایی با نحوه عملکرد مبدل هنگام قطع و وصل جریان.

### پیشینه آزمایش

ویلیام استنلی جونیور، فیزیک‌دان آمریکایی که در «بروکلین» نیویورک زاده شد، مدتی به عنوان سرمهندس برای جرج وستینگهاوس در کارخانه «پیتسبورگ وی»، کار می‌کرد. او در سال ۱۸۸۵، براساس ایده لوسین گولارد و جان دیکسون گیبس، اولین ترانسفورماتور مدرن را ساخت و به نام خودش ثبت کرد. در سال ۱۸۸۶ نیز اولین سیستم ترانسفورماتور فشارقوی جریان متناوب را ارائه کرد. سیستم او امکان انتقال برق را در سطح وسیع فراهم می‌کرد.

جونور در سال ۱۸۹۰، «شرکت تولیدی الکتریکی استنلی» را در «پیتسفیلد ماساچوست» تأسیس کرد. او در طول زندگی اش ۱۲۹ اختراع به ثبت رساند که بیشترشان وسایل الکتریکی بودند. در زمینه ساخت و پیشرفت لامپ‌های رشته‌ای هم اختراعات زیادی داشت.

### نکته ایمنی

هنگام قطع و وصل سیم به سر باتری، بهتر است دست شما با سیم اتصال نداشته باشد. از روکش سیم بگیرید تا به خاطر خود القایی به وجود آمده، به شما شوک وارد نشود.

### مفاهیم کلیدی

- ساختار مبدل الکتریکی از دو سیم پیچ اولیه و ثانویه تشکیل شده است که براساس تغییر شار مغناطیسی در اولیه، انرژی الکتریکی به ثانویه منتقل شود.
- تعداد دور سیم پیچ‌های ثانویه و اولیه در کاهشده یا افزایشده بودن مبدل‌ها مؤثر است. اگر این نسبت بزرگ‌تر از یک باشد، افزایشده و اگر کمتر از یک باشد کاهشده است.



## مهارت کلیدی

هر قدر قطع و وصل کردن سرسیم آزاد به سر باتری سریع‌تر انجام شود، بهتر است، زیرا زمان کوتاه شده آهنگ تغییر شار بیشتر و نیروی محرکه بزرگ‌تر خواهد بود.

## بر دانش خود بیفزایید

ترانسفورماتور یا مبدل الکتریکی وسیله‌ای است که انرژی الکتریکی را از طریق ایجاد یک میدان مغناطیسی متغیر از یک پیچه به یک یا چند پیچه دیگر منتقل می‌کند. در این انتقال، سطح ولتاژی که در پیچه القا می‌شود، با تعداد دور آنها متناسب است. کاربرد اصلی ترانسفورماتور در شبکه قدرت است. از آنجا که در یک شبکه قدرت، توان الکتریکی باید تا رسیدن به مصرف‌کننده مسیرهای طولانی را طی کند، مقدار زیادی از آن در طول این مسیر تلف می‌شود.

یک ترانسفورماتور از دو یا چند سیم پیچ (پیچه) و یک هسته تشکیل شده است. سیم پیچ‌ها بسته به نوع کاربرد ترانسفورماتور، با ویژگی‌های متفاوتی روی هسته پیچیده می‌شوند. هسته ترانسفورماتور هم بسته به فرکانس کاری آن می‌تواند از جنس‌های متفاوتی تشکیل شده باشد. به عنوان نمونه، در فرکانس برق شهر از هسته‌های آهنی و در فرکانس‌های چند کیلوهرتز از هسته‌هایی از جنس «فريت» استفاده می‌شود. هر چه ابعاد هسته بزرگ‌تر باشد، ترانسفورماتور قابلیت انتقال توان الکتریکی بیشتری دارد. به همین دلیل، در یک شارژر تلفن همراه، بسیار کوچک و ترانسفورماتور شبکه انتقال قدرت ابعاد بسیار غول پیکر دارد. طیف ترانسفورماتورها از نظر اندازه، از یک سانتی‌متر تا واحدهای اتصال شبکه برق که صدها تن وزن دارند، متنوع است.



مبدل‌ها (ترانسفورماتور) حداقل شامل دو سیم پیچ با تعداد دورهای متفاوت هستند که دور هسته آهنی (فرومغناطیس نرم) پیچیده شده‌اند. در عمل، پیچه اولیه با  $N$  دور به ولتاژ  $V$  بسته شده است و پیچه ثانویه

با  $N'$  دور و ولتاژ  $V'$  را تأمین می‌کند. (در عمل ولتاژهای  $V$  و  $V'$  تقریباً  $\sqrt{2}$  برابر ولتاژ بیشینه ولتاژ ورودی و خروجی مبدل هستند.)

برای مبدل‌های آرمانی که مقاومت پیچ‌های آنها ناچیز است، رابطه زیر برقرار است:

$$\frac{N'}{N} = \frac{V'}{V}$$

### نکته‌های مهم انجام آزمایش

- برای تشخیص ورودی مبدل‌های  $22^\circ$  به  $12$  ولت، دو سر سیمی که ضخیم‌تر است، مربوط به ثانویه مبدل و سیم‌های نازک‌تر برای سیم پیچ اولیه یعنی  $22^\circ$  ولت است.
- لامپ نئون را به دو سر سیم با دور بیشتر (سیم نازک‌تر) وصل کنید.
- از لامپ فاز متر هم می‌توان استفاده کرد.

### پاسخ به پرسش‌های متن

- بند ۱: زیرا برای روشن شدن لامپ نئون ولتاژی بالاتر از  $5^\circ$  یا  $6^\circ$  ولت لازم است.
- بند ۲: لامپ نئون روشن می‌شود، زیرا هنگام قطع و وصل، شار مغناطیسی در سیم پیچ اولیه تغییر می‌کند و به دنبال آن در ثانویه نیز تغییر شار به وجود می‌آید که باعث می‌شود، در دو سر ثانویه، نیروی محرکه القایی (اختلاف پتانسیل) به وجود بیاید.
- بند ۳: خیر، لامپ روشن نمی‌شود، زیرا تغییر شار نداریم.
- بند ۴: به جای باتری با جریان مستقیم آن را به جریان متناوب (ولتاژ کم) وصل می‌کنیم.
- بند ۵: مبدل افزایشدهنده است.

### پاسخ توسعه و کاربرد

۱ تحقیق کنید چرا مبدل‌های امروزی (شارژرها) نسبت به مبدل‌های گذشته سبک‌تر و کم‌حجم‌تر شده‌اند؟

پاسخ: به کمک مدارهای الکترونیکی (سوئیچینگ) ترانزیستور، مقاومت و... فرکانس جریان را افزایش می‌دهند (تا  $20$  کیلوهرتز)، در نتیجه راندمان افزایش یابد. دیگر اینکه توان مصرفی دستگاه‌ها کاهش یافته است. در نتیجه برای جریان‌های کم، سیم پیچ‌های ظریف‌تر هم جواب می‌دهد.

## یافته‌های من

- با چگونگی کار مبدل‌های الکتریکی (ترانس) و ساختمان آن آشنا می‌شویم.
- با چگونگی و عملکرد مبدل‌های کاهنده و افزایشنده آشنا می‌شویم.
- به مزیت جریان متناوب نسبت به جریان مستقیم در مدارهای الکتریکی پی می‌بریم.

## ارزشیابی

- جریان برق متناوب (AC) چه مزیتی بر جریان برق مستقیم (DC) دارد؟
- چگونه می‌توان در ثانویه ترانس (مبدل) دائماً جریان داشت؟ (لامپ دائم روشن بماند.)
- تفاوت مبدل‌های افزایشنده و کاهنده در چیست؟

## آزمایش مشابه (جایگزین)

مونتاز کردن ترانس کاهنده و افزایشنده به کمک دو سیم پیچ با دورهای متفاوت و هسته‌های آهنی.

## ۲۷- چگونه انرژی الکتریکی را بدون سیم انتقال دهیم؟

### هدف‌های آزمایش

- دست‌ورزی و استفاده از ابزارهای ساده برای تقویت مهارت ساخت وسیله مرتبط با مفاهیم علمی؛
- یادآوری مفاهیم فیزیک ۲، فصل الکترومغناطیس، در ارتباط با القای الکترومغناطیس فاراده و مبدل‌ها؛
- آشنایی با یک قطعه پرکاربرد (ترانزیستور) در مدارهای الکترونیک و یکی از کاربردهای آن.

### پیشینه آزمایش

در سال ۱۸۳۱، مایکل فاراده پس از آزمایش‌های فراوان، مشاهده کرد که عبور آهنربا از یک پیچه، سبب برقراری جریان الکتریکی در پیچه می‌شود.



در آزمایش تاریخی مایکل فاراده، تغییر شار مغناطیسی به کمک حرکت آهنربای الکتریکی ایجاد شد. اگر به جای باتری که مولد جریان مستقیم است، از یک مولد جریان متناوب استفاده کنیم، دیگر نیازی به حرکت آهنربای الکتریکی نیست و تغییر جریان باعث تغییر در شار مغناطیسی می‌شود این اساس کار مبدل‌های الکتریکی است.

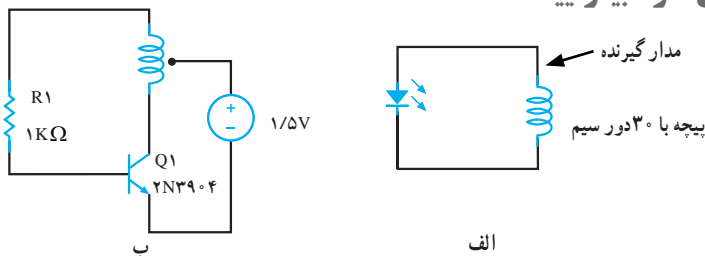
### نکته ایمنی

هنگام لحیم کاری مراقب باشید.

### مهارت کلیدی

مهارت کار با ابزار و وسایل ساده

## بر دانش خود بیفزایید



با دقت در جزئیات شکل بالا، شاید این دو پرسش مهم مطرح شوند:

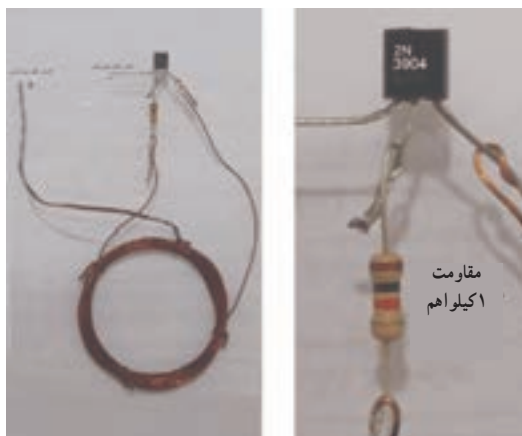
۱ با وجود اینکه ما از یک مولد جریان مستقیم (باتری) استفاده کرده‌ایم، چگونه تغییر شار در مدار ایجاد می‌شود؟

۲ با توجه به اینکه ولتاژ آستانه LED ها از ۱/۵ ولت بیشتر است، چگونه یک باتری قلمی می‌تواند باعث روشن شدن LED شود.

پاسخ پرسش اول این است که ترانزیستور در مدار باعث می‌شود که جریان مستقیم باتری با فرکانس خیلی زیاد در حد مگاهرتز (در هر ثانیه چند میلیون بار) تغییر کند. این باعث تغییر شار و در نتیجه ایجاد نیروی محرکه القایی در سیم پیچ گیرنده می‌شود.

پاسخ پرسش دوم این است که این سامانه مانند یک مبدل عمل می‌کند و چون تعداد دور پیچه اولیه آن ۱۵ دور، یعنی نصف تعداد دور پیچه ثانویه است، بنابراین اختلاف پتانسیل در پیچه ثانویه تقریباً دو برابر می‌شود که برای روشن کردن LED مناسب است.

## نکته‌های مهم انجام آزمایش



- از سیم لاک‌پوش استفاده کنید و در قسمت‌هایی که قطعه‌های الکترونیکی مانند LED و یا مقاومت و ترانزیستور را اتصال می‌دهید، مطمئن شوید که لاک سیم را برداشته‌اید و اتصال‌ها را لحیم کاری کنید.
- به شیوه اتصال ترانزیستور به مقاومت و پیچه و باتری دقت نمایید.

## پاسخ به پرسش‌های متن

میدان مغناطیسی متغیر ایجاد شده توسط پیچهٔ اولیه باعث تغییر شار مغناطیسی در پیچهٔ  $3^\circ$  دور می‌شود. در نتیجه نیروی محرکه‌ای که در این پیچه به وجود می‌آید و باعث روشن شدن دیود نورگسیل می‌شود، انرژی خود را از باتری متصل به پیچهٔ اولیه می‌گیرد.

## یافته‌های من

می‌توان انرژی الکتریکی را بدون نیاز به سیم و از طریق امواج الکترومغناطیسی انتقال داد.

## پاسخ توسعه و کاربرد

۱ با توجه به اینکه روشن شدن دیود نورگسیل به اختلاف پتانسیلی بیش از  $1/5$  ولت نیاز دارد، چرا دیود نورگسیل با یک باتری  $1/5$  ولتی روشن می‌شود؟  
پاسخ: در متن پاسخ داده شده است.

۲ تحقیق کنید شارژر بدون سیم تلفن‌های همراه و مسواک‌های برقی چگونه کار می‌کنند؟  
پاسخ: اساس کار مشابه است اما تعداد پیچه‌ها و تعداد دورها تفاوت دارند.



..... ۳

## ارزشیابی

برای ارزشیابی عملی، از هر کدام از دانش‌آموزان بخواهید این وسیله را بسازند.

## آزمایش‌های مشابه (جایگزین)

می‌توانید به عنوان یک وسیلهٔ مشابه، از دانش‌آموزان بخواهید که مینی پیچهٔ «تسلا» بسازند. نحوهٔ ساخت این وسیله در بسیاری از سایت‌های اینترنتی وجود دارد.

