

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

اللَّهُمَّ صَلِّ عَلَى مُحَمَّدٍ وَآلِ مُحَمَّدٍ وَعَجِّلْ فَرَجَهُمْ

## آزمایشگاه علوم تجربی (۲)

رشته‌های علوم تجربی - ریاضی و فیزیک

راهنمای معلم

پایه یازدهم  
دوره دوم متوسطه



## وزارت آموزش و پرورش

### سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

راهنمای معلم آزمایشگاه علوم تجربی (۲) - پایه یازدهم دوره دوم متوسطه - ۱۱۱۳۷۷

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

دفتر تألیف کتاب‌های درسی عمومی و متوسطه نظری

محمود امانی طهرانی، احمد احمدی، محمدحسن بازوبندی، حسن حذرخانی و بهمن فخریان (اعضای شورای برنامه‌ریزی)

حسن حذرخانی، شریف کامیابی، محمدحسن بازوبندی، اعظم غلامی، محمدرضا خیاطان، سیروان مردوخ و فریبا رضایی ویشکی (اعضای گروه تألیف)  
زهرا ارزانی، منصوره رئیس دانا، فریده سلطانی اصل، مریم عابدینی، حمزه علیپور، ناهید کرباسیان و سیروان مردوخ (مشاوران تألیف)

ثمانه محمدنیا، عبدالحسین طائفی اقدم و یعقوب مقدم (مشاوران صنایع آموزشی) - حسن حذرخانی (ویراستار علمی) - کبری محمودی (ویراستار ادبی)

اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی

احمدرضا امینی (مدیر امور فنی و چاپ) - جواد صفری (مدیر هنری) - مهلا مرتضوی (صفحه‌آرا) - سیده‌فاطمه محسنی، الهام جعفرآبادی، شهلای دالایی، فریبا سیر، راحله زادفتح‌اله (امور آماده‌سازی)

تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)

تلفن: ۸۸۸۳۱۱۶۱-۹، دورنگار: ۹۲۶۶-۸۸۳۰، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹

وبگاه: [www.irtextbook.ir](http://www.irtextbook.ir) و [www.chap.sch.ir](http://www.chap.sch.ir)

شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، تهران: کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (داروپخش)

تلفن: ۴۴۹۸۵۱۶۱-۵، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۳۷۵۱۵-۱۳۹

شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»

چاپ اول ۱۳۹۸

نام کتاب:

پدیدآورنده:

مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف:

شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف:

مدیریت آماده‌سازی هنری:

شناسه افزوده آماده‌سازی:

نشانی سازمان:

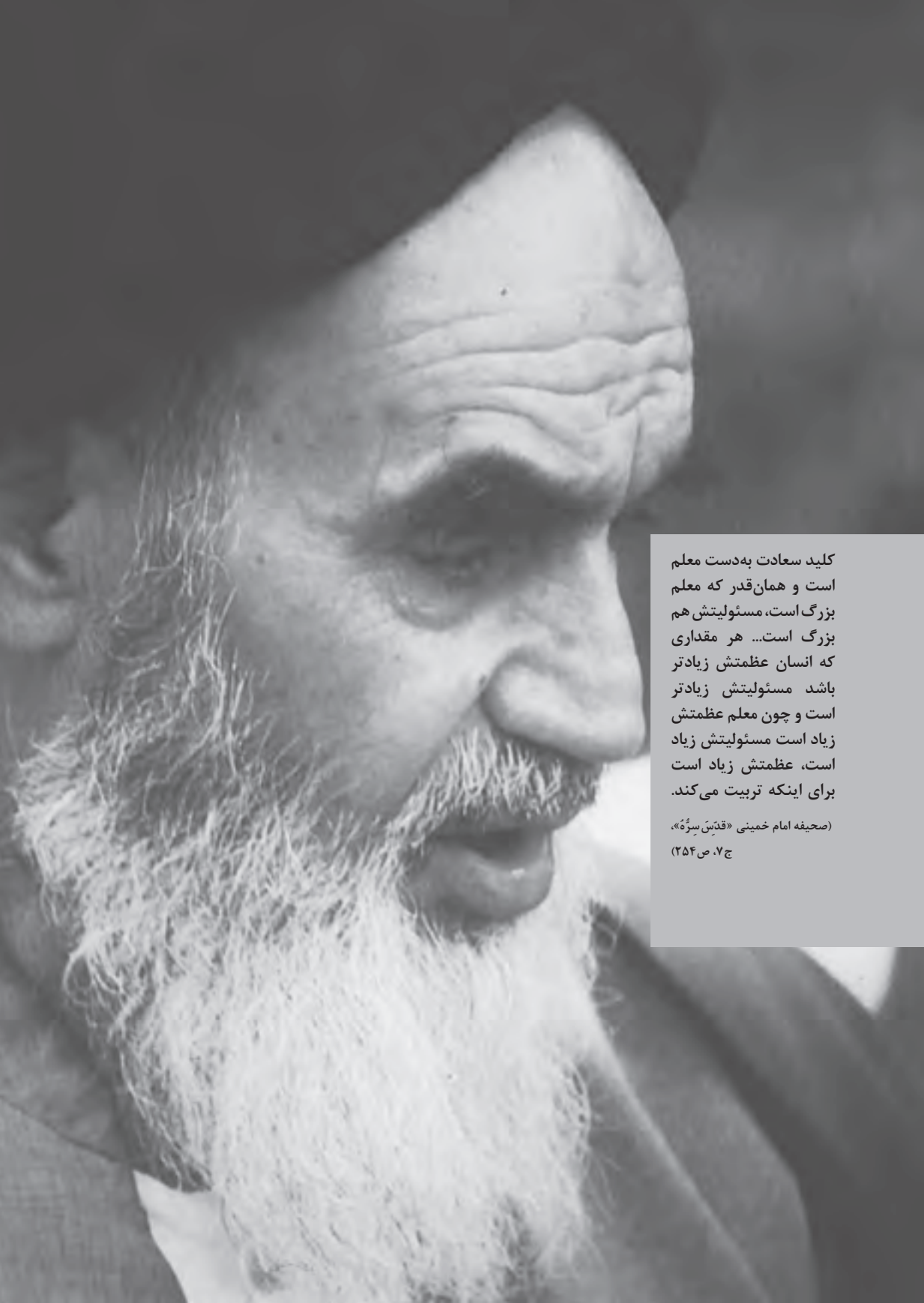
ناشر:

چاپخانه:

سال انتشار و نوبت چاپ:

شابک ۹۷۸-۹۶۴-۵-۳۴۱۶-۸

ISBN: 978-964-05-3416-8



کلید سعادت به دست معلم  
است و همان قدر که معلم  
بزرگ است، مسئولیتش هم  
بزرگ است... هر مقداری  
که انسان عظمتش زیادتر  
باشد مسئولیتش زیادتر  
است و چون معلم عظمتش  
زیاد است مسئولیتش زیاد  
است، عظمتش زیاد است  
برای اینکه تربیت می کند.

(صحیفه امام خمینی «قدس سره»)

ج ۷، ص ۲۵۴

کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش است و هرگونه استفاده از کتاب و اجزای آن به صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع، بدون کسب مجوز از این سازمان ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

# فهرست

فصل اول : کلیات	۱
پیامدهای مورد انتظار	۲
پرسش و پاسخ‌های متداول	۲
اهمیت درس آزمایشگاه	۴
اهمیت اصول ایمنی و کار در آزمایشگاه	۵
روش علمی	۵
ویژگی‌های آزمایش‌های کتاب آزمایشگاه علوم ۲	۷
شیوه تدریس	۸
ارزشیابی	۹
تهیه وسایل مورد نیاز	۹
فصل دوم : آزمایش‌های مریبی	۱۱
۱. مقاومت الکتریکی سنگ‌ها و کانی‌ها	۱۳
۲. استخراج آهن با کبریت	۱۹
۳. زورآزمایی با شیمی	۲۴
۴. شبیه و شبیه‌تر	۲۸
۵. رنگ‌آمیزی با عنصر	۳۱
۶. جنگل سیاه	۳۵
۷. واکنش زمان سنج	۳۹
۸. واکنش بطری آبی	۴۲
۹. برهم‌کنش بارهای الکتریکی	۴۶
۱۰. نمایش میدان مغناطیسی	۵۱
۱۱. مداد نورافشان	۵۴
۱۲. آهن‌ربا و جریان الکتریکی	۵۷
۱۳. حلقه پُران	۶۰
۱۴. قطار مغناطیسی	۶۴
۱۵. مولد جریان برق	۶۷

فصل سوم : آزمایش‌های دستورالعملی ..... ۷۱

۱. تعیین درصد تخلخل آبخوان ..... ۷۳
۲. رسم نیم‌رخ توپوگرافی ..... ۷۶
۳. شناسایی کانی‌های مشابه و هم‌رنگ ..... ۷۸
۴. مشاهده اثرات تغییر فشار اسمزی بر یاخته‌های گیاهی ..... ۸۲
۵. بررسی تأثیر عوامل متفاوت بر میزان فعالیت آنزیم‌ها ..... ۸۸
۶. مشاهده انواع پلاست در یاخته‌های گیاهی ..... ۹۳
۷. آشنایی با کارکرد دستگاه عصبی ..... ۹۸
۸. مراحل رشد مگس سرکه و بررسی صفات ظاهری آن ..... ۱۰۵
۹. کرک‌های گیاهی ..... ۱۱۲
۱۰. رویش دانه ..... ۱۱۷
۱۲. درصد خلوص کان‌سنگ مس ..... ۱۲۴
۱۳. شیمی در پزشکی ..... ۱۲۸
۱۴. انرژی در واکنش‌های شیمیایی ..... ۱۳۲
۱۵. فعالیت آنزیم در pH‌های گوناگون ..... ۱۳۶
۱۶. تهیه گاز جوش کاری ..... ۱۴۰
۱۷. سردتر از یخ ..... ۱۴۴
۱۸. چراغ افروز شیمیایی ..... ۱۴۸
۱۹. لایه‌ای براق به رنگ طلا ..... ۱۵۳
۲۰. پر و خالی شدن خازن‌ها ..... ۱۵۷
۲۱. مدار و دستگاه‌های اندازه‌گیری الکتریکی ..... ۱۶۱
۲۲. مقاومت ویژه رسانای فلزی ..... ۱۶۵
۲۳. دیود نور گسیل و قانون اهم ..... ۱۶۸

فصل چهارم : آزمایش‌های کاوشگری ..... ۱۷۱

۱. آب‌های آلوده را چگونه تصفیه کنیم؟ ..... ۱۷۳
۲. اختلاف ساعت کشورهای متفاوت را چگونه محاسبه می‌کنند؟ ..... ۱۷۴

۳. چگونه درجه سختی مجموعه کانی‌های خود را تعیین می‌کنید؟ ..... ۱۷۶
۴. چرا مساحت سرزمین‌های قطبی روی نقشه، بزرگ‌تر از اندازه واقعی است؟ ..... ۱۷۸
۵. تحمل گلبول‌های قرمز چقدر است؟ ..... ۱۸۲
۶. بنیه من چقدر است؟ ..... ۱۸۸
۷. ارزش غذایی کدام سبزی‌ها بیشتر است؟ ..... ۱۹۳
۸. چه رابطه‌ای بین شدت، رنگ نور و میزان فتوسنتز وجود دارد؟ ..... ۱۹۹
۹. چگونه در مقیاس کوچک فلز استخراج کنیم؟ ..... ۲۰۴
۱۰. انرژی موجود در مواد غذایی چگونه اندازه‌گیری می‌شود؟ ..... ۲۰۹
۱۱. چگونه از مواد سازگار با محیط پلاستیک تهیه کنیم؟ ..... ۲۱۳
۱۲. درصد جرمی اسید سرکه سنتی چقدر است؟ ..... ۲۱۷
۱۳. عامل جابه‌جایی تعادل چیست؟ ..... ۲۲۰
۱۴. آیا هر عنصری از برق کافت محلول آن به دست می‌آید؟ ..... ۲۲۳
۱۵. چگونه یک الکتروسکوپ ساده و حساس بسازیم؟ ..... ۲۲۶
۱۶. بارهایی که به یک جسم رسانا داده می‌شوند، کجا می‌روند؟ ..... ۲۳۲
۱۷. چگالی سطحی بار الکتریکی در کدام قسمت‌های رسانا بیشتر است؟ ..... ۲۳۶
۱۸. چگونه یک موتور الکتروستاتیک بسازیم؟ ..... ۲۳۹
۱۹. چگونه دمای تقریبی سیم درون لامپ روشن را به دست آوریم؟ ..... ۲۴۲
۲۰. مقاومت‌های متغیر وابسته چه نقشی در مدارها دارند؟ ..... ۲۴۶
۲۱. باتری‌های با نیروی محرکه یکسان، چه تفاوتی با هم دارند؟ ..... ۲۵۰
۲۲. چگونه آهن‌ربا درست کنیم و خاصیت مغناطیسی آن را از بین ببریم؟ ..... ۲۵۳
۲۳. چگونه موتور الکتریکی ساده بسازیم؟ ..... ۲۵۶
۲۴. چگونه یک بلندگوی ساده بسازیم؟ ..... ۲۵۹
۲۵. مواد از نظر مغناطیسی چه ویژگی‌هایی دارند؟ ..... ۲۶۲
۲۶. سازوکار مبدل‌های الکتریکی چگونه است؟ ..... ۲۶۶
۲۷. چگونه انرژی الکتریکی را بدون سیم انتقال دهیم؟ ..... ۲۷۰





فصل ١

كليات

## فصل ۱ در یک نگاه

در این فصل با اهمیت و ضرورت درس آزمایشگاه، اهمیت اصول ایمنی و کار در آزمایشگاه، مدیریت کنترل حوادث، روش برخورد با مواد شیمیایی و پسماند، مراحل روش علمی، ویژگی‌های آزمایش‌های کتاب، ساعت تدریس، انواع آزمایش‌ها و ارزشیابی کتاب آشنا می‌شوید.

## پیامدهای مورد انتظار

- ۱ دانش‌آموزان بتوانند محیط آزمایشگاه، وسایل و مواد، علائم و نشانه‌های ایمنی را بشناسند و آن را برای جلوگیری از حوادث احتمالی به کار گیرند.
- ۲ دانش‌آموزان قادر باشند، با به‌کارگیری روش علمی، برای چالش‌های زندگی روزمره پاسخ مناسب پیدا کنند.

## پرسی و پاسخ‌های متداول

۱ چرا درس آزمایشگاه جدا از درس تئوری و به‌طور مستقل ارائه می‌شود؟  
 پاسخ: با اینکه از نظر تئوری و منطقی ارائه هم‌زمان درس‌های علوم تجربی و آزمایشگاه مربوطه در یک کتاب، کاملاً موجه و علمی به نظر می‌رسد، اما آنچه در عمل طی دو دهه ارائه درهم تنیده درس و آزمایشگاه نشان داد، نتیجه‌ای جز تعطیلی آزمایشگاه مدرسه‌ها، بسته‌شدن مراکز تولید وسایل آزمایشگاهی و به حاشیه‌رفتن متصدیان و معلمان علاقه‌مند به آزمایشگاه نبود. طی این دو دهه قریب به اتفاق دبیران، آزمایشگاه را قربانی کلاس‌های کنکور و مباحث نظری کردند. از طرف دیگر، توجه به اسناد بالادستی و ضرورت مهارت‌آموزی فراگیرندگان، ایجاب می‌کند که این درس به‌صورت مستقل ارائه شود. مسلماً ارائه به این صورت، مسئولان مدرسه‌ها و آموزشگاه‌ها را به تجهیز آزمایشگاه‌ها و اهتمام به انجام آزمایش‌ها مجاب می‌کند. البته نظارت بر کار مدرسه‌ها می‌تواند به اجرای هرچه درست‌تر این درس نوپا کمک کند.

۲ معلم این درس چه کسی است؟

پاسخ: این درس برای دانش‌آموزان علوم تجربی و ریاضی و فیزیک توسط دبیر متخصص در پنج رشته علوم تجربی، زمین‌شناسی، زیست‌شناسی، شیمی و فیزیک به میزان یک ساعت در هفته تدریس می‌شود.

۳ اگر معلم در یک رشته تخصص داشته باشد، چگونه باید آزمایش‌ها را انجام دهد؟

### فصل ۱: کلیات ۳

پاسخ: در آزمایش‌های این کتاب از چهار حوزه علوم تجربی، تعدادی آزمایش ساده انتخاب شده است تا هر مربی با هر تخصصی از علوم تجربی قادر به اجرای آنها باشد؛ یعنی اگر مربی فقط در یک حوزه علوم تجربی تخصص داشته باشد، افزون بر آزمایش‌های حوزه تخصص خود، تعدادی آزمایش از سایر حوزه‌ها را نیز می‌تواند انجام دهد.

#### ۴ نحوه اتصال این درس با درس‌های علوم تجربی چگونه است؟

پاسخ: در طراحی آزمایش‌های این درس سعی شده است، آزمایش‌ها به گونه‌ای طراحی شوند که همسو با کتاب‌های حوزه علوم تجربی (زمین‌شناسی، زیست‌شناسی، شیمی و فیزیک) باشند؛ یعنی آزمایش‌هایی انتخاب شده‌اند که کتاب‌های درس مذکور را حمایت می‌کنند. اما این بدان معنی نیست که همه آزمایش‌ها مرتبط با کتاب درسی هستند و یا اینکه تمام محتوای کتاب درسی را پوشش می‌دهند. این درس مستقل از درس‌های علوم تجربی ارائه می‌شود و دبیران حوزه‌های متفاوت علوم تجربی نباید در کار مربی این درس دخالتی داشته باشند.

#### ۵ آیا به امکانات مدرسه‌های برخوردار و مدرسه‌های محروم توجه شده است؟

پاسخ: در طراحی آزمایش‌های کتاب، هم از وسایل ساده و دم‌دستی و هم از ابزارهای مدرن و کلاسیک استفاده شده است. بنابراین، هم برای مدرسه‌های غیربرخوردار به اندازه کافی و به تعداد جلسات آموزشی آزمایش وجود دارد و هم برای مدرسه‌های برخوردار آزمایش‌های قابل اجرا موجود است.

#### ۶ برای تهیه وسایل مورد نیاز از چه طریقی باید اقدام شود؟

پاسخ: با توجه به اینکه از ابتدای فرایند تألیف کتاب، کارشناسان صنایع آموزشی به عنوان مشاور تألیف در تمامی جلسه‌های تألیف حضور داشته‌اند و با توجه به نیاز، آزمایش‌ها، وسایل و تجهیزات را طراحی و به تعداد انبوه تهیه کرده‌اند، برای تهیه وسایل مورد نیاز می‌توانید با شرکت صنایع آموزشی تماس بگیرید و وسایل مورد نیاز را تهیه کنید.

#### ۷ وظیفه مسئولان در قبال این درس چیست و شما چه انتظاراتی از دیگران دارید؟

پاسخ: از آنجا که این درس نوپا و جدیدالتألیف است، از مربیان گرامی آن انتظار می‌رود، با مطالعه و بررسی دقیق آزمایش‌های کتاب، مواد، وسایل و امکانات آزمایشگاهی مورد نیاز را تعیین و با امکانات واحد آموزشی خود مقایسه کنند و ضمن احصای نقص‌ها و کمبودها، از مدیریت واحد آموزشی آنها را مطالبه کنند.

از مسئولان واحدهای آموزشی و مسئولان مربوطه در ادارات آموزش و پرورش انتظار داریم نسبت به تجهیز و تأمین وسایل، مواد و امکانات آزمایشگاهی اهتمام ویژه‌ای داشته باشند و شرایط را برای انجام درست آزمایش‌ها مهیا سازند. از گروه‌های آموزشی و واحدهای نظارتی ادارات آموزش و پرورش نیز انتظار می‌رود، با نظارت بر اجرای درست این درس، از بروز تخلفات و کاستی‌های احتمالی جلوگیری به عمل آورند.

## اهمیت درس آزمایشگاه

علوم تجربی یکی از دانش‌ها و معرفت‌های بشری است که یافته‌های آن از راه مشاهده تجربی به دست می‌آید و ملاک یا معیار درستی آنها، انطباق داشتن آنها با مشاهدات تجربی است. هدف از آموزش علوم تجربی آموزش پدیده‌هایی است که در زندگی روزانه مشاهده می‌شوند. در همه نظام‌های آموزشی جهان، آموزش و یادگیری علوم تجربی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است و تلاش می‌شود همه دانش‌آموزان، ضمن آشنایی با اصول و مفاهیم علوم تجربی و کسب سواد علمی، آگاهی‌های لازم را برای تبدیل شدن به شهروند مطلوب کسب کنند. دانش‌آموزان با کسب آگاهی و مهارت لازم در زمینه‌های گوناگون علوم قادر خواهند بود در زندگی خود تصمیمات آگاهانه و منطقی بگیرند.

فعالیت‌های آزمایشگاهی بخش ضروری در تدریس علوم تجربی هستند. نوشته‌های کتاب‌ها و تصاویر بخش عظیمی از اطلاعات را انتقال می‌دهند، اما هنگامی که در دریافت مفاهیم علمی با انجام آزمایش در آزمایشگاه و فعالیت‌های عملی همراه شود، نتیجه رضایت‌بخش‌تر خواهد بود. به علاوه، این گونه فعالیت‌ها به دانش‌آموزان فرصت می‌دهد فرایندها و تکنیک‌های آزمایشگاهی را فرا بگیرند. با توجه به جذابیت انجام آزمایش و تأثیری که مشاهده نتیجه آزمایش در ایجاد روحیه کاوشگری، خلاقیت و فهم بهتر و عمیق‌تر مطالب درسی دارد و با توجه به امکانات موجود در آزمایشگاه‌های مدرسه‌های کشور، باید در آموزش مؤثر علوم تجربی به سمت انجام آزمایش‌های ساده، خلاق و مرتبط با زندگی روزمره دانش‌آموزان پیش رفت؛ آزمایش‌های خلاقانه‌ای که بتوان آنها را در فضایی نه چندان تخصصی، با حداقل امکانات، تجهیزات و ایمنی انجام داد. در این کتاب سعی شده است، ۷۰ درصد آزمایش‌ها با حداقل امکانات و وسایل قابل انجام باشد. دلایل زیادی برای بیان اهمیت انجام فعالیت‌های عملی در آموزش اثربخش علوم وجود ندارد.

انجام فعالیت‌های عملی باعث می‌شود:

- دانش‌آموزان مهارت‌های لازم برای انجام کار عملی را بیاموزند. این مهارت‌ها عبارت‌اند از: برنامه‌ریزی، مشاهده دقیق، اندازه‌گیری، ثبت دقیق و درست اطلاعات، نمایش شفاف و به دور از اغراق اطلاعات، ارائه صحیح نتایج و یافتن ارتباط منطقی بین متغیرها.
- دانش‌آموزان حقایق و مفاهیم علمی را بهتر درک کنند.

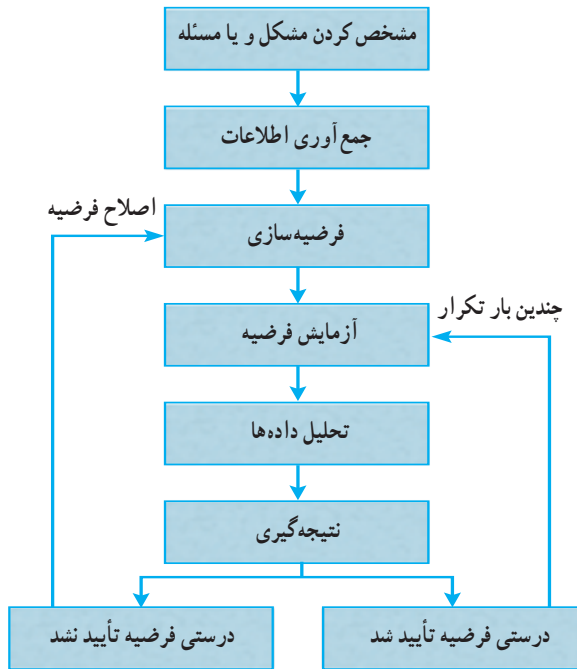
- یادگیری فعال شود و دانش‌آموزان به هدف‌های فعالیت عملی فکر کنند. بنابراین، با اجرای فعالیت‌های عملی، به جای اینکه دانش‌آموزان در مقابل بارش یک طرفه اطلاعات از طرف معلم تسلیم شوند، به‌طور فعال در مبادله اطلاعات و تجربه با معلم شریک می‌شوند.
  - حقایق علمی واقعی‌تر جلوه کنند.
  - در درس‌های علوم تجربی هیجان و علاقه بیشتری ایجاد شود.
  - مهارت‌های موردنظر برنامه درسی و هدف‌های آموزشی، نظیر ارتباط‌های علمی، سواد علمی و توانایی استفاده از فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات رشد یابند.
- در برنامه درسی ملی و اسناد بالا دستی به آموزش‌های تلفیقی و مهارتی توجه ویژه‌ای شده است. به ویژه به موضوع محیط‌زیست و آموزش مهارت‌های علمی حفاظت از محیط‌زیست توجه خاصی شده است. یکی از مهم‌ترین راه‌هایی که می‌توان این آموزش‌ها را به دانش‌آموزان ارائه کرد، از طریق درس آزمایشگاه علوم است. به‌طور کلی، هدف از تألیف این کتاب آموزش مهارت‌های فرایندی علوم تجربی و حل مسائل زندگی به روش علمی است.

## اهمیت اصول ایمنی و کار در آزمایشگاه

مهم‌ترین عامل تمایل نداشتن معلمان به استفاده از آزمایشگاه وجود خطرات امتحان در حین آزمایش است. بنابراین، در تمام مراحل کار آزمایشگاهی، از طراحی آزمایشات تا انجام فعالیت‌ها، رعایت اصول ایمنی اهمیت بسزایی دارد. در آزمایشگاه که دانش‌آموزان به‌طور عملی فعالیت‌های جدید را تجربه می‌کنند، احتمال بروز حادثه و خطر زیاد است. بنابراین، ضروری است مواردی مثل اشتباه‌های احتمالی دانش‌آموزان در آزمایشگاه، چگونگی جلوگیری از حوادث احتمالی و دستورالعمل موردنیاز مواقع اضطراری، در کتابی به دانش‌آموزان آموزش داده شود.

## روش علمی

اگرچه دانشمندان در تحقیقات خود همیشه مراحل مشخص و ثابتی ندارند، اما یک روش کلی به نام روش علمی برای این کار وجود دارد. مجموعه‌ای از تحقیقات سازمان یافته را «روش علمی» می‌گوییم. معمولاً شش مرحله برای روش علمی در نظر گرفته می‌شود که در نمودار صفحه بعد نشان داده شده‌اند. احتمال دارد دانشمندی یک مرحله به آنها بیفزاید، مرحله‌ای را چند بار تکرار کند، یا به حذف مرحله‌ای دست بزند. البته مراحل مذکور الزاماً خطی نیستند و ممکن است به‌صورت چرخه نیز باشند.



مرحله ۱— مشخص کردن مشکل یا مسئله : بسیاری از تحقیقات علمی از مشاهده یک پدیده «چرا» در طبیعت و به وجود آمدن این سؤال که : چرا یا چگونه اتفاق افتاده است، شروع شده اند. سؤال، مسئله و مشکلی است که باید حل شود و گاهی مسئله و مشکل از کارکرد نادرست یک فرایند (چگونه) مشخص ایجاد شده است.

مرحله ۲— جست و جو و جمع آوری اطلاعات : قبل از آزمایش فرضیه مفید خواهد بود که تا حد ممکن در مورد مسئله و مشکل، اطلاعات جمع آوری کنیم. می توانیم بفهمیم چه آزمایش هایی می توانند مفید باشند و چه آزمایش هایی بی نتیجه خواهند بود.

مرحله ۳— فرضیه سازی : فرضیه توضیحی است براساس اطلاعات و دانش شما برای حل مشکل یا مسئله ای که با آن مواجه شده اید.

مرحله ۴— آزمایش فرضیه : درستی بعضی از فرضیه ها با مشاهده امکان پذیر است. بعضی دیگر از فرضیه ها نیازمند ساختن یک مدل آرمانی از پدیده ای است که در شرایط واقعی اتفاق افتاده است. یک روش معمول برای بررسی درستی فرضیه ها انجام آزمایش است. آزمایش، اثر یک چیز را بر چیز دیگر در شرایط کنترل شده بررسی می کند.

مرحله ۵— تحلیل داده ها : یکی از قسمت های مهم هر آزمایش شامل ثبت داده ها و سازمان دادن آنها

به صورت نمودارها یا جدول‌هایی است که به سادگی خواننده و درک می‌شوند. زمانی که شما داده‌ها را جمع‌آوری و ثبت می‌کنید، باید تمام مشاهده‌های خود را، هرچند غیرمنتظره، ثبت کنید. بسیاری از اکتشاف‌های مهم از اتفاق‌های غیرمنتظره ناشی شده‌اند. تفسیر داده‌ها و تجزیه و تحلیل مشاهدات گام مهمی است. اگر داده‌ها به صورت منطقی سازمان داده نشوند، احتمال اینکه به نتیجه‌گیری نادرست منجر شوند، زیاد است. هر قدر دانش‌مندی داده‌ها را استنادانه به اشتراک گذاشته باشد، باز هم نباید فوراً آنها را پذیرفت. دانشمندان داده‌های خود را به صورت گزارش، مقاله و کنفرانس ارائه می‌کنند.

**مرحله ۶ — نتیجه‌گیری:** براساس تحلیل اطلاعات و داده‌ها می‌توانید نتیجه بگیرید، فرضیه شما تأیید یا رد شده است. اگر آزمایش شما فرضیه شما را تأیید نکند، باید در آن تجدیدنظر کنید. شاید لازم باشد فرضیه را اصلاح یا آزمایش را به گونه‌ای دیگر انجام دهید.

## ویژگی‌های آزمایش‌های کتاب آزمایشگاه علوم ۲

- همسو با کتاب درسی و پوشش‌دهنده بسیاری از موضوع‌های آن هستند.
- در طراحی آنها، هم از وسایل ساده و دم‌دستی و هم از ابزارهای مدرن و کلاسیک استفاده شده است.
- بنابراین هم برای مدرسه‌های غیربرخوردار به اندازه کافی و به تعداد جلسات آموزشی در طول سال آزمایش وجود دارد و هم برای مدرسه‌های برخوردار آزمایش‌های قابل اجرا موجود است.
- انگیزشی، کاربردی، سؤال‌برانگیز، نوآورانه و اشتیاق‌آوراند.
- امکانات آزمایشگاهی فعلی مدرسه‌ها در نظر گرفته شده است.
- آزمایش‌ها ابتدا اجرا و سپس قطعی شده‌اند. امکان اجرای آنها در مدرسه برای همکاران محترم و دانش‌آموزان وجود دارد.
- در آنها به تولید وسایل کمک آموزشی داخلی و توانایی تهیه کمبودها توسط شرکت‌های داخلی، از جمله صنایع آموزشی توجه شده است.
- متناسب با سن و دانش فراگیرنده و همگام با تجربه‌های شخصی او طراحی شده‌اند.
- تأمین‌کننده نیاز علمی و افزایش مهارت‌های گروهی هستند.
- از چهار حوزه علوم تجربی، تعدادی آزمایش ساده انتخاب شده‌اند تا هر مربی با هر تخصصی از علوم تجربی قادر به اجرای آنها باشد؛ یعنی اگر مربی فقط در یک حوزه علوم تجربی تخصص داشته باشد، افزون بر آزمایش‌های حوزه تخصصی خود، تعدادی آزمایش از سایر حوزه‌ها را نیز می‌تواند انجام دهد.
- معیار انتخاب آزمایش‌ها، افزون بر کاربردی بودن آزمایش‌ها، توجه به حفاظت از محیط‌زیست، امکانات مدرسه‌ها و محتوای کتاب درسی مربوطه بوده است.

## ساعت تدریس و انتظارات

این کتاب در دوره دوم متوسطه، پایه دهم و برای رشته‌های تحصیلی ریاضی و فیزیک و علوم تجربی، به میزان یک ساعت در هفته، توسط یکی از دبیران متخصص در پنج رشته (علوم تجربی، زمین‌شناسی، زیست‌شناسی، شیمی و فیزیک) تدریس می‌شود. انتظار می‌رود دانش‌آموزان در این درس مهارت‌های فرایندی علوم تجربی و حل علمی مسائل مرتبط با زندگی را آموزش ببینند و محتوای علمی که در سایر درس‌های علوم پایه می‌آموزند، در این درس نمود عملی پیدا کند.

## انواع آزمایش‌های کتاب

آزمایش‌های این کتاب در چهار گروه زیر تقسیم‌بندی می‌شوند:

- ۱ آزمایش‌های مری (انگیزشی): این آزمایش‌ها جنبه نمایشی و انگیزشی دارند، در زمان کوتاه (حداکثر ۱۰ دقیقه) و توسط مری انجام می‌شوند و دانش‌آموز بیشتر مشاهده‌گر است. هدف از انجام آنها ایجاد انگیزه و سؤال برای ورود به بحث جدید و یا انجام آزمایش جدید است.
- ۲ آزمایش‌های دستورالعملی: این آزمایش‌ها براساس دستورالعمل ارائه شده و توسط دانش‌آموز انجام می‌شوند. هدف از انجام آنها تثبیت و تعمیق مطالب قبلی دانش‌آموز است. این آزمایش‌ها مقدمه و تئوری آزمایش دارند.
- ۳ آزمایش‌های کاوشگری: این نوع آزمایش‌ها با یک پرسش آغاز می‌شوند و در قالب فعالیت‌های کاوشگری توسط خود دانش‌آموز صورت می‌گیرند. هدف از انجام آنها کشف مطالب جدید توسط دانش‌آموز است و در نهایت به ایجاد پرسش‌های جدید منتهی می‌شوند.
- ۴ پروژه: موضوع این نوع فعالیت‌ها براساس علاقه و نیاز دانش‌آموزان انتخاب می‌شود. پروژه در مدت زمان نسبتاً طولانی (حداکثر یک نیم‌سال) و به روش پروژه‌محور انجام می‌شود و در آن مری نقش راهنما را دارد. هدف از انجام آن آشنایی دانش‌آموز با روند انجام پژوهش‌های علمی است.

## شیوه تدریس

فصل اول (کلیات) به صورت تئوری تدریس می‌شود و در صورت نیاز، مری آن را به صورت عملی تدریس می‌کند. آزمایش‌های فصل دوم (آزمایش‌های مری) که جنبه انگیزشی دارند، توسط مری یا به کمک دانش‌آموزان و زیر نظر ایشان انجام می‌گیرند. آزمایش‌های فصل سوم (آزمایش‌های دستورالعملی) توسط دانش‌آموزان و طبق دستورالعمل ارائه شده صورت می‌پذیرند. آزمایش‌های فصل چهارم (آزمایش‌های کاوشگری) توسط



دانش آموزان و براساس خلاقیت‌های آنان انجام می‌شود. پروژه نیز براساس علاقه دانش آموز و صلاحیت‌های مری طراحی و اجرا می‌شود. در هر نیم سال تحصیلی از همه آزمایش‌های (مری، دستورالعملی و کاوشگری) تعدادی انجام می‌شوند. به همین سبب بارم‌بندی کتاب به شرح زیر است:

### بارم‌بندی کتاب آزمایشگاه علوم تجربی ۲

فصل اول (کلیات): ۲ نمره (تئوری)؛

فصل دوم (آزمایش‌های مری): ۴ نمره (عملکردی)؛

فصل سوم (آزمایش‌های دستورالعملی): ۷ نمره؛

فصل چهارم (آزمایش‌های کاوشگری): ۵ نمره؛

پروژه: ۲ نمره؛

جمع: ۲۰ نمره.

## ارزشیابی

این درس مستقل از سایر درس‌های علوم پایه (زمین‌شناسی، زیست‌شناسی، شیمی و فیزیک) است و نمره آن در کارنامه دانش آموز با کد و نمره مستقل مطرح می‌شود. ارزشیابی آن نیز مانند سایر درس‌ها به صورت مستمر اول و دوم و پایانی اول و دوم انجام می‌گیرد. نمره‌های مستمر اول و دوم براساس رعایت نظم در آزمایشگاه، نوشتن و تحویل به موقع گزارش کار، چگونگی دفتر گزارش کار، رعایت نکات ایمنی، پوشیدن روپوش آزمایشگاه، همکاری در رعایت نظافت در محیط آزمایشگاه (مانند شستن وسایل و تحویل آنها و رعایت تمیزی میز کار) و دقت و همکاری در انجام آزمایش محاسبه می‌شوند. ارزشیابی پایانی به جز ۲ نمره مربوط به فصل کلیات که به صورت تئوری انجام می‌شود، به صورت عملکردی و در آزمایشگاه برگزار می‌شود.

## تهیه وسایل مورد نیاز

با توجه به اینکه از ابتدای فرایند تألیف کتاب، کارشناسان صنایع آموزشی به عنوان مشاور تألیف در همه جلسه‌های تألیف حضور داشته‌اند و با توجه به نیاز آزمایش‌ها، کارشناسان مزبور وسایل و تجهیزات را طراحی و به تعداد انبوه تهیه کرده‌اند، برای تهیه وسایل مورد نیاز می‌توانید با شرکت صنایع آموزشی تماس بگیرید و وسایل مورد نیاز را تهیه کنید.



## فصل ۲

# آزمایش‌های مربی

## فصل ۲ در یک نگاه

فهرست مطالب فصل دوم به این شرح است :

۱ مقاومت الکتریکی سنگ‌ها و کانی‌ها

۲ استخراج آهن با کبریت

۳ زورآزمایی با شیمی

۴ شبیه و شبیه‌تر

۵ رنگ‌آمیزی با عنصر

۶ جنگل سیاه

۷ واکنش زمان سنج

۸ واکنش بطری آبی

۹ برهم‌کنش بارهای الکتریکی

۱۰ نمایش میدان مغناطیسی

۱۱ مداد نورافشان

۱۲ آهن‌ربا و جریان الکتریکی

۱۳ حلقه پرن

۱۴ قطار مغناطیسی

۱۵ مولد جریان برق

## ۱- مقاومت الکتریکی سنگ‌ها و کانی‌ها

### هدف‌های آزمایش

- کسب مهارت اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی سنگ‌ها و کانی‌ها؛
- آشنایی با نحوهٔ اکتشاف ذخایر زیرزمینی به روش ژئوالکتریک.

### بر دانش خود بیفزایید

#### روش‌های ژئوفیزیکی

به‌طور خلاصه به مطالعهٔ زمین با استفاده از روش‌های فیزیکی، علم «ژئوفیزیک» گویند. آغاز علم ژئوفیزیک به کشف گیلبرت دربارهٔ مغناطیس زمین و تئوری نیوتن دربارهٔ نیروی گرانی زمین برمی‌گردد. مطالعات ژئوفیزیکی برخلاف مطالعات زمین‌شناسی بیشتر کمی و غیرتوصیفی‌اند تا کیفی و توصیفی. هدف اصلی بررسی‌های ژئوفیزیکی، تعیین محل ساختارهای زمین‌شناسی و در صورت امکان اندازه‌گیری ابعاد و ویژگی‌های فیزیکی آنهاست؛ مثلاً در اکتشاف نفت، هدف به دست آوردن اطلاعات ساختاری است، زیرا نفت با عوارض خاصی مثل طاق‌دیس، گسل و... در ارتباط است.

از روش‌های ژئوفیزیکی به‌صورت گسترده‌ای در اکتشاف ذخایر زیرزمینی مانند نفت، منابع آب‌های زیرزمینی و معادن فلزی استفاده می‌شود. پیشرفت‌های این روش‌ها در اثر گسترش ابزارهای دقیق‌تر و پیچیده‌تر برای کسب اطلاعات و همچنین، ظهور رایانه‌های بسیار سریع برای پردازش داده‌ها حاصل شده است. به‌طور کلی ژئوفیزیک به دو دستهٔ ژئوفیزیک علمی و ژئوفیزیک عملی تقسیم می‌شود:

#### ژئوفیزیک علمی

بررسی و شناسایی بعضی از خصوصیات فیزیکی زمین است که خود به بخش‌های کوچک‌تری تقسیم می‌شود:

- ژئودزی و گرانی‌سنجی: مطالعهٔ شکل و میدان گرانش زمین؛
- لرزه‌شناسی: مطالعهٔ زمین لرزه‌ها و ارتعاشات حاصل از انفجار هسته‌ای و شیمیایی؛
- ژئومغناطیس و ژئوالکتریک: مطالعهٔ مغناطیس زمین و پدیده‌های الکتریکی آن؛
- ژئوترموتری: مطالعهٔ ویژگی‌های حرارتی زمین؛
- تکتونوفیزیک: مطالعهٔ جنبه‌های فیزیکی تکتونیک جهانی و منطقه‌ای؛

- ژئوکاسموگرافی : مطالعه و بحث درباره منشأ زمین؛
  - ژئوکرونولوژی : مطالعه و بحث درباره تاریخ زمین و زمان حوادث آن.
- همچنین علوم دیگری از قبیل هواشناسی و فضاشناسی در محدوده علم ژئوفیزیک قرار می گیرند.

### ژئوفیزیک عملی

استفاده از روش های ژئوفیزیکی و اندازه گیری خصوصیات فیزیکی سنگ های زیر سطحی برای اکتشاف ذخایر پنهان شده در زیر زمین (از قبیل نفت، گاز، آب، کانی ها و...) و یا برای مقاصد مهندسی، در حوزه ژئوفیزیک عملی (کاربردی یا اکتشافی) است که به سه بخش زیر تقسیم می شود :

1 ■ **دورسنجی :** مطالعه خصوصیات سنگ های سطح زمین با استفاده از ماهواره در مقیاس بسیار بزرگ است که طی آن، تشعشعات و امواج راداری، مایکروویو و مادون قرمز توسط دوربین های مخصوصی ثبت می شوند.

2 ■ **چاه پیمایی یا چاه نگاری :** مطالعه و بررسی درون زمین با استفاده از دستگاه های پایین رونده که بیشتر از سایر روش های ژئوفیزیکی مورد توجه زمین شناسان است.

3 ■ **ژئوفیزیک سطحی :** مطالعه خصوصیات فیزیکی سنگ های سطحی، دریایی و زمینی است. روش های مطالعه ژئوفیزیک سطحی بسیار گوناگون اند، به طوری که به زیر بخش های متفاوتی تقسیم می شود :

- **روش حرارت سنجی :** درجه حرارت را در مقیاس های کوچک اندازه می گیرد که به شناسایی ساختارهای کم عمق، از قبیل گسل، طاقدیس، گنبد نمکی و... منجر می شود. مهم ترین پارامتر اندازه گیری در این روش تغییرات درجه حرارت نسبت به عمق است.

■ **روش الکترومغناطیس :** اندازه گیری میدان مغناطیسی ثانویه زمین و ردیابی گسل ها، رگه های نازک، کابل و لوله های زیرزمینی و غیره.

■ **کاوش گرانی سنجی :** این روش برای اندازه گیری تغییرات گرانی زمین و شناسایی انواع متفاوت ساخت های زیر سطحی به کار برده می شود. ابزار اندازه گیری گرانی به صورت یک فنر بسیار دقیق است که با تغییر گرانی طول آن تغییر می کند. گرانی سنجی بیشتر برای اکتشافات مقدماتی به کار می رود، به طوری که با شناسایی سطح پی سنگ که بسیار چگال تر از سنگ های رسوبی است، حوضه رسوبی را از نظر بزرگی و ضخامت رسوبات مشخص می کند. این روش ابتدا برای تعیین محل گنبد های نمکی مکزیک و آمریکا به کار رفت. در جاهایی که گنبد نمکی وجود دارد، میدان گرانی زمین در بالای آن کمتر از سنگ های اطراف است. ولی برعکس، در بالای قله طاقدیس های مدفون، میدان گرانی زمین بیشتر از سنگ های اطراف است.

شتاب جاذبه در سطح زمین ثابت نیست و به وسیله چند عامل، از قبیل عرض جغرافیایی، طول جغرافیایی، توپوگرافی و نهایتاً زمین‌شناسی منطقه، کنترل می‌شود. بنابراین برای به دست آوردن اطلاعات زمین‌شناسی، نظیر عمق پی سنگ، تأثیر طول و عرض جغرافیایی و توپوگرافی باید داده‌های گرانی از مقادیر اولیه اندازه‌گیری شده حذف شوند.

واحد شتاب جاذبه «گال» نام دارد. یک گال برابر با شتاب  $2 \text{ cm/s}$  است. بعد از اینکه تصحیحات برای اندازه‌گیری‌های هر ایستگاه انجام شد، عموماً نتایج به صورت نقشه کانتوری نشان داده می‌شوند. با توجه به اینکه پی سنگ‌ها به دلیل چگالی بیشتر، شتاب ثقل بیشتری را ایجاد می‌کنند، با استفاده از نقشه کانتوری شتاب جاذبه، می‌توان موقعیت پی سنگ و لذا شکل و عمق حوضه را مشخص کرد.

### کاوش مغناطیسی

اندازه‌گیری تغییرات میدان مغناطیسی زمین و شناسایی عمق پی سنگ و وسعت حوضه رسوبی، به‌خصوص در مناطق بدون کارهای اکتشافی قبلی، از هدف‌های کاوش‌های مغناطیسی است. این روش بیشتر به عنوان ابزار اکتشاف و شناسایی مقدماتی ساختارهای زیرزمینی مربوط به نفت و گاز مطرح است، به طوری که یک برنامه اکتشاف ژئوفیزیکی حداقل در مرحله شناسایی بدون استفاده از روش مغناطیسی به سختی قابل اجراست.

### بررسی‌های لرزه‌نگاری

این روش از نظر مخارج و تعداد ژئوفیزیک‌دانان شاغل در آن، در صدر تمام روش‌های دیگر ژئوفیزیکی قرار دارد. از جمله مهم‌ترین برتری‌های این روش، دقت بالا، عمق بررسی زیاد و توان تفکیک بالای آن است. معمولاً در مراحل اولیه اکتشاف در حوضه‌های ناشناخته، به خاطر کمبود اطلاعات از خصوصیات ساختاری، رسوب‌شناسی و دیاژنتیکی مخزن، حفاری ممکن است بی‌نتیجه بماند. داده‌های لرزه‌ای می‌توانند کمبودهای اطلاعاتی فوق را جبران کنند.

روش لرزه‌ای برحسب منبع تولیدکننده امواج لرزه‌ای به دو بخش تقسیم می‌شود:

- لرزه‌شناسی زمین لرزه که دارای منبع انرژی طبیعی است.
- لرزه‌شناسی اکتشافی که دارای منبع انرژی مصنوعی است و هدف اصلی آن به تصویر کشیدن ساختار زمین‌شناسی بخش بالایی پوسته زمین است.

## لرزه‌شناسی اکتشافی

مطالعات ژئوفیزیکی از روش‌های متداول اکتشاف مواد هیدروکربنی است. هدف اصلی این نوع مطالعات، یافتن ساختارهای زمین‌شناسی مناسب برای تجمع نفت و گاز در زیر زمین است. در این بین روش لرزه‌نگاری، به خصوص نوع انعکاسی آن، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، به طوری که پیشرفت روزافزون این شاخه از علم ژئوفیزیک مدیون اکتشاف مواد هیدروکربنی است.

قبل از یک کار لرزه‌ای باید ابتدا ناحیه از نظر زمین‌شناسی سطحی بررسی شود. در صورت مناسب بودن شرایط،



ابتدا روش مغناطیس‌سنجی و سپس روش نقل‌سنجی در منطقه انجام می‌گیرد تا حدود تقریبی ساختارهای زیرزمین مشخص و کار اصلی اکتشاف به نقاط خاصی محدود شود. در انتها در صورت موفقیت‌آمیز بودن روش‌های قبلی، از روش لرزه‌نگاری انعکاسی برای اکتشاف و شناسایی ساختارهای زمین‌شناسی مناسب برای تجمع هیدروکربن‌ها استفاده می‌شود.

### روش ژئوالکتریک

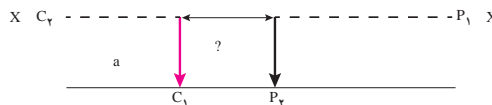
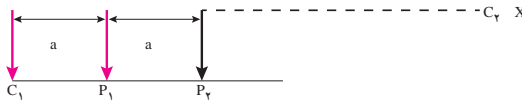
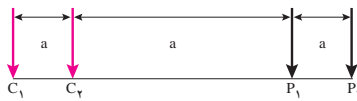
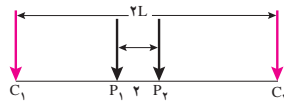
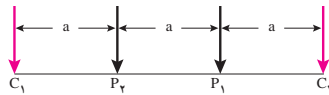
این روش یکی از شاخه‌های اصلی ژئوفیزیک کاربردی است که به دلیل عمق نفوذ کم (تا ۵۰۰ متر) در اکتشافات نفتی کاربرد کمی دارد. اما با اندازه‌گیری خواص الکتریکی سنگ‌ها و تعیین مکان کانی‌ها از روی خواص الکتریکی معین آنها، در سایر زمینه‌ها کاربرد زیادی دارد. روش‌های ژئوالکتریک به منظور تهیه نقشه‌ای از مقاومت الکتریکی در زیر زمین مورد استفاده قرار می‌گیرد. مقاومت الکتریکی سنگ برای هدف‌های آب‌زمین‌شناختی (Hydrogeology) بسیار مناسب است، مثلاً برای مشخص کردن آب شیرین از آب شور، لایه‌آبدار ماسه‌ای با سنگ نرم از مواد رسی، لایه‌های آبدار متخلخل/شکاف‌دار در سنگ‌های سخت از سنگ‌های رسی و مارن سنگ‌های دارای نفوذپذیری کم و همچنین برای تشخیص سنگ ترک‌دار حاوی آب از سنگ میزبان سخت به کار گرفته می‌شود. از دیگر کاربردهای آن می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- بررسی‌های مهندسی به منظور شناسایی حفره‌ها، گسل‌ها، شکاف‌ها و تونل‌های زیرزمینی؛
- تعیین عمق و ضخامت لایه‌های زمین‌شناسی و هیدروژئولوژیکی کم عمق و عمیق؛
- مشخص کردن ناهنجاری‌های اندازه‌گیری مقاومت خاک برای به‌دست آوردن میزان خوردندگی فلزات؛
- اندازه‌گیری با آزیموت‌های متفاوت برای مشخص کردن راستای شکست؛
- تعیین بهترین و مناسب‌ترین نقطه به منظور حفاری و بهره‌برداری چاه آب با بیشترین میزان آبدهی؛
- تعیین کیفیت آب (میزان شیرینی و شوری و تعیین مرز بین آنها)؛



- تخمین میزان آبدهی و عمق دسترسی به آب (سطح ایستایی)؛
- تعیین محل جابه‌جایی چاه و همچنین تعیین میزان کف شکنی؛
- تشخیص ریزش احتمالی طی حفاری و بهره‌برداری چاه؛
- اکتشاف آب‌های زیرزمینی و شناسایی توالی لایه‌های زمین؛
- اکتشاف قنات‌های مدفون و روند کوره قنات؛
- اکتشاف حفره‌های کارستی؛
- تعیین حداکثر عمق حفاری.

انواع روش‌های ژئوالکتریک: به‌طور کلی، از وضعیت قرارگیری الکترودها به‌صورت خطی برای اندازه‌گیری مقاومت استفاده می‌شود. آرایش رایج الکترودها به‌صورت «شلمبرژر»، «وینر»، «بسط دوقطبی - دوقطبی» است که در شکل ۱ ملاحظه می‌فرمایید. با توجه به مزیت‌های روش تجربی و منظم، برای اجرای سونداژ الکتریکی عمودی غالباً از آرایش متقارن «شلمبرژر» استفاده می‌کنند.



انواع روش‌های ژئوالکتریک

## پاسخ فعالیت‌ها و پرسش‌های کتاب

۱ کدام سنگ یا کانی مقاومت الکتریکی بیشتری دارد؟

پاسخ: مقاومت الکتریکی سنگ گرانیت و کانی کلسیت بیشتر از بقیه است.

۲ این خاصیت، چه کاربردی در شناسایی و اکتشاف ذخایر زیرزمینی دارد؟

پاسخ: در جدول‌های استاندارد، مقاومت الکتریکی سنگ‌ها و کانی‌های متفاوت، موجود است. بنابراین با اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی سنگ‌ها و کانی‌های ناشناس و مقایسه آن با جدول‌های استاندارد، می‌توان کانی‌ها و سنگ‌های مورد بررسی را شناسایی کرد.

## ۲- استخراج آهن با کبریت

### هدف‌های آزمایش

- نمایش نحوه استخراج فلز آهن؛
- آشنایی با سری فعالیت عناصرها؛
- جداسازی مواد با استفاده از خواص فیزیکی آنها.

### پیشینه آزمایش

گسترش استفاده و کاربرد فولاد در صنایع گوناگون به گونه‌ای است که مصرف سرانه فولاد نشان‌دهنده شاخص توسعه‌یافتگی کشورهاست. به علت وجود معادن سنگ آهن و همچنین کارخانه‌های فولاد در ایران، مطالعه و یادگیری روش‌های متفاوت استخراج این فلز و تولید فولاد، حائز اهمیت خواهد بود. حدود ۹۳ درصد تولیدات فلزی و آلیاژی جهان را فولاد تشکیل می‌دهد. بر این اساس آهن و فولاد همچنان از مهم‌ترین تولیدات کشورهای صنعتی به شمار می‌رود. آمارها نشان می‌دهند، ۶۳ کشور جهان در حدود ۹۸ درصد کل تولید فولاد را در اختیار دارند.



## نکته‌های ایمنی

- بهتر است هنگام انجام آزمایش، از دستکش و عینک ایمنی استفاده کنید.
- آزمایش را با کبریت‌های «بی‌خطر - عاری از فسفر» انجام دهید.
- وسایل و مواد آتش‌زا را از محل انجام آزمایش دور نگه دارید. در محلی آزمایش را انجام دهید که در صورت آتش‌سوزی سریعاً بتوان آتش را مهار کرد.

## مهارت‌های کلیدی

- به‌کارگیری ابزار و وسایل؛
- طبقه‌بندی و مقایسه کردن فعالیت عناصرها؛
- پیشنهاد روش‌های استخراج.

## بر دانش خود بیفزایید

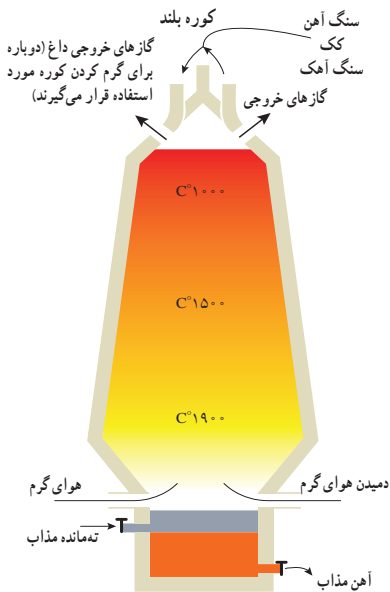
آهن چهارمین عنصر موجود در پوسته زمین از نظر فراوانی است (میزان آن در پوسته زمین در حدود پنج درصد است). سنگ‌هایی که بیشتر از ۲۰ درصد آهن داشته باشند، «سنگ معدن» نامیده می‌شوند. استخراج فلز آهن از سنگ آهن با یک واکنش شیمیایی انجام می‌گیرد؛ یعنی سنگ‌های اکسید آهن به وسیله کربن کاهش

می‌یابند و عنصر آهن آزاد می‌شود. در کارخانه‌ها، استخراج آهن در مجموعه‌ای به نام «کوره بلند» انجام می‌گیرد. مواد خام از بالای کوره وارد آن می‌شوند که این مواد عبارت‌اند از:

- سنگ معدن آهن: به‌طور عمده شامل «هماتیت» آهن (III) اکسید است.

- کک: کاهنده و همچنین مهم‌ترین سوخت کوره بلند است که مزایای آن عبارت‌اند از: تخلخل، سختی، فراوانی، قابلیت احتراق بیشتر و ارزان‌تر. ترکیب شیمیایی کک شامل ۹۴-۸۵ درصد کربن و بقیه مواد فرار، خاکستر، گوگرد و رطوبت است.

- سنگ آهک: به‌عنوان ماده‌گذارآور و جداکننده ناخالصی‌ها در کوره بلند به‌کار می‌رود. مواد‌گذارآور با این ناخالصی‌ها، قبل از ترکیب با آهن، ترکیب و



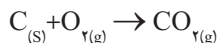
باعث جدا شدن آنها می‌شوند. نوع مواد گداز آور به ترکیب مواد تشکیل دهندهٔ بار کوره بستگی دارد. در صورتی که سنگ آهن، آهکی (قلیایی) باشد، مادهٔ گداز آور باید اسیدی (مثل  $\text{SiO}_2$  سیلیس) باشد. در صورتی که سنگ آهن سیلیسی (اسیدی) باشد، مادهٔ گداز آور باید قلیایی (مثل سنگ آهک، دولومیت و سنگ‌های فسفات) باشد.

با توجه به دمای بسیار زیاد موجود در کورهٔ بلند، آهن تولید شده به صورت مذاب است و این مایع در انتهای کوره ته‌نشین می‌شود. آهن ناخالص به دست آمده در این مرحله در قالب‌های مخصوص ماسه‌ای یا فلزی ریخته می‌شود تا در موارد نیاز استفاده شود. ناخالصی‌های دیگر به صورت سرباره در بالای آهن مذاب شناور می‌ماند. که پس از جمع‌آوری و سرد شدن در تهیهٔ سیمان، قطعات بتونی و همچنین در ساختن جاده‌ها و خیابان‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

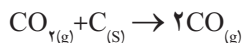


### واکنش‌های کوره بلند

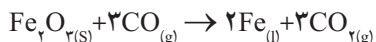
■ کک (کربن) با اکسیژن موجود در هوای داغ واکنش می‌دهد و گاز کربن دی‌اکسید تولید می‌کند.



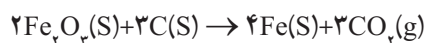
■ کربن دی‌اکسید تولید شده با مقداری از کک داغ موجود در کوره واکنش می‌دهد تا گاز کربن مونواکسید تولید کند.



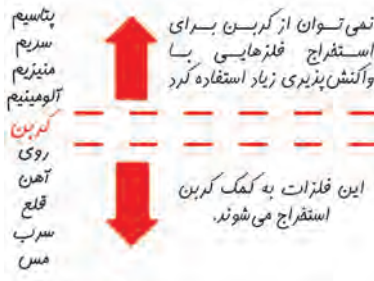
■ حال کربن مونواکسید با کاهش آهن اکسید، آن را به آهن تبدیل می‌کند.



در این آزمایش نیز آهن (III) اکسید با کربن موجود در چوب کبریت به فلز آهن کاهش می‌یابد و این مثالی از استخراج فلز در مقیاس کوچک است. معادلهٔ ساده برای واکنش به این صورت است:



کربن فعال تر از آهن است. آهن (III) اکسید توسط کربن کاهش می‌یابد (اکسیژن را می‌گیرد تا آهن آزاد شود). سدیم کربنات موجب گداختن و ایجاد تماس نزدیک بین آهن (III) اکسید و کربن موجود در چوب کبریت می‌شود. از آنجا که دسترسی به کربن آسان تر است و صرفه اقتصادی بیشتری دارد، در فولاد مبارکه مانند همه شرکت‌های فولاد جهان، برای استخراج آهن از کربن استفاده می‌شود.



با توجه به خواص مغناطیسی آهن، شما به راحتی می‌توانید آهن‌ریا را زیر ظرف پلاستیکی حرکت دهید. برخی از ذره‌های کوچک به همراه آهن‌ریا به یک سمت ظرف حرکت خواهند کرد.



## نکته‌های مهم انجام آزمایش

- از پودر آهن (III) اکسید استفاده کنید. ترکیب‌های دیگر آهن برای این آزمایش مناسب نیستند.
- آهن‌ریا را مستقیماً داخل ذره‌ها قرار ندهید، مگر اینکه قبلاً دور آهن‌ریا را با فیلم نازک بپوشانید، چون جدا کردن ذرات از آهن‌ریا دشوار خواهد بود.
- مقدار کمی از هر یک از پودرها کافی است؛ برای مثال، می‌توان پودرها را در ظرف «پتری» یا شیشه ساعت به صورت مشترک برای دانش‌آموزان قرار داد. مقدار کمی آب در بشر کوچک بریزید.
- بیش از یک سوم طول چوب کبریت‌ها سوزانده نشود.

## پاسخ فعالیت‌ها و پرسش‌های کتاب

۱ معادله واکنش انجام شده را کامل کنید.



۲ تمایل کدام عنصر (آهن یا کربن) برای واکنش با اکسیژن بیشتر است؟

پاسخ: کربن

۳ چه دلایلی باعث شده‌اند که در فولاد مبارکه، مانند همه شرکت‌های فولاد جهان، برای استخراج آهن از کربن استفاده شود؟

پاسخ: در دسترس بودن و ارزان بودن کربن.

۴ از کدام ویژگی فیزیکی آهن برای جداسازی آن استفاده کردید؟

پاسخ: از خواص مغناطیسی

## 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.

## ۳- زور آزمایی با شیمی

### هدف‌های آزمایش

- مقایسه واکنش پذیری عنصر مس و آلومینیوم؛
- نمایش واکنش جانشینی یا جایگزینی؛
- آشنایی با اهمیت به کارگیری فلز آلومینیوم در زندگی روزمره.

### پیشینه آزمایش

«آلومینیوم» فلزی با ظاهر نقره‌ای - خاکستری، نرم، سبک و مقاوم در برابر زنگ زدگی است، زیرا در اثر برخورد با هوا در سطح آن لایه نازک اکسید شده‌ای تشکیل می‌شود که از زنگ خوردگی بیشتر جلوگیری می‌کند. آلومینیوم کاربردی‌ترین فلز بعد از آهن است.

برخی از کاربردهای فراوان آلومینیوم عبارت‌اند از:

- حمل و نقل (خودروها، هواپیماها، کامیون‌ها، کشتی‌ها، ناوگان‌های دریایی، راه آهن و...)
- بسته‌بندی (قوطی‌ها، فویل و...)
- ساختمان (در، پنجره، دیوارپوش‌ها و...)
- کالاهای بادوام مصرفی (وسایل برقی خانگی، وسایل آشپزخانه و...)
- خطوط انتقال الکتریکی (به علت وزن سبک، اگرچه هدایت الکتریکی آن تنها ۶۰ درصد هدایت الکتریکی مس است).





## نکته‌های ایمنی

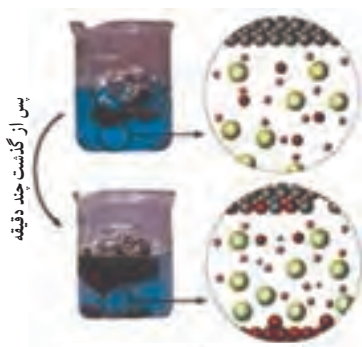
- از عینک و دستکش ایمنی استفاده کنید.
- به هنگام برش در قوطی نوشابه با احتیاط عمل کنید و مواظب دست‌های خود باشید.

## مهارت‌های کلیدی

- مقایسه و دسته‌بندی عنصرها بر اساس فعالیت شیمیایی
- پیش‌بینی و فرضیه‌سازی

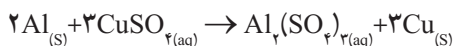
## بر دانش خود بیفزایید

واکنشی که در آن، یک عنصر یا یون، جانشین یک عنصر یا یون دیگر در یک ترکیب می‌شود واکنش «جانشینی» (یگانه) یا «جایگزینی» نامیده می‌شود. در واکنش‌های جابه‌جایی یگانه، یک فلز جانشین فلز دیگری یا جانشین هیدروژن می‌شود. اگر در واکنش فلزی وجود نداشته باشد، دو نافلز با هم جابه‌جا می‌شوند. اگر یک قطعه ورقه آلومینیوم را در محلولی از مس (II) سولفات قرار دهیم واکنشی از نوع جابه‌جایی یگانه رخ می‌دهد. به این ترتیب که فلز آلومینیوم جایگزین مس موجود در مس (II) سولفات می‌شود و فلز سرخ رنگ مس آزاد می‌شود و بر سطح ورقه آلومینیومی می‌نشیند یا در ظرف ته‌نشین می‌شود.

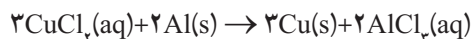


(●) یون سولفات ● مولکول آب

واکنش آلومینیوم با محلول مس (II) سولفات



واکنش فلز خنثی با محلول نمک در صورتی انجام می‌پذیرد که واکنش‌پذیری فلز خنثی بیشتر از کاتیون فلز محلول باشد. در این آزمایش نیز با توجه به واکنش‌پذیری بالای آلومینیوم این عنصر جایگزین کاتیون‌های مس محلول می‌شود و فلز مس بر سطح داخلی قوطی آلومینیومی می‌نشیند. معادله واکنش انجام شده به این صورت است:



به مس رسوب کرده روی سطح داخلی قوطی توجه کنید.



قوطی‌های آلومینیومی نوسابه از ۱۹۷۰ وارد بازار شده‌اند. امروزه برای ساخت قوطی مواد نوشیدنی بیش از دو و نیم میلیون تن آلومینیوم در جهان مصرف می‌شود. آلومینیوم به این دلایل برای ساخت قوطی مواد نوشیدنی مناسب است: این فلز بدون بو و مزه، سبک و غیر سمی است. رسانایی گرمایی آن خوب است و لذا می‌توان مواد داخل قوطی را به راحتی سرد کرد. لایه پلاستیکی و اکسید سطح آن از اکسید شدن آلومینیوم جلوگیری می‌کند.

تجزیه قوطی‌های آلومینیومی باعث ایجاد آلودگی محیط‌زیست شده است. سالانه بیش از چهار میلیون تن قوطی، صفحه و ظرف‌های آلومینیومی دور ریخته می‌شوند. خوشبختانه قسمت اعظم آن بازیابی می‌شود.

## نکته‌های مهم انجام آزمایش

- لایه پوششی پلیمری داخل قوطی را با سمباده و خراش دادن خارج کنید.
- در صورت کمبود مس (II) کلرید می‌توانید از مخلوط مس (II) کلرید و مس (II) سولفات استفاده کنید.

## پاسخ فعالیت‌ها و پرسش‌های کتاب

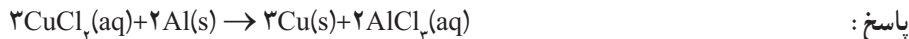
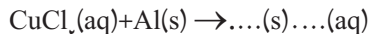
۱ با توجه به جایگاه عنصرهای مس و آلومینیوم در جدول دوره‌ای، چه پیش‌بینی‌ای در مورد واکنش‌پذیری آنها دارید؟

پاسخ: آلومینیوم جزو عناصر اصلی و واکنش‌پذیرتر از مس است.

۲ آیا نتیجه آزمایش پیش‌بینی شما را تأیید می‌کند؟ توضیح دهید.

پاسخ: بله، چون آلومینیوم با خارج کردن مس از ترکیب‌های آن جانشین مس شد.

۳ معادله واکنش زیر را کامل کنید.



پاسخ:

۴ چرا سطح داخلی قوطی را باید خراش داد؟

پاسخ: سطح داخلی قوطی حاوی پوشش پلیمری است. جهت تماس محلول با فلز آلومینیوم باید پوشش

پلیمری را خراش داد.

## 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)

برای آزمایش جایگزین می‌توان با قرار دادن فویل آلومینیومی در داخل محلول مس (II) سولفات واکنش

انجام شده را مشاهده و مورد بررسی قرار داد.

## ۲- شبیه و شبیه‌تر

### هدف‌های آزمایش

- بررسی نیروهای بین مولکولی در انحلال؛
- مقایسه نیروهای بین مولکولی؛
- حلال‌پوشی کاتیون‌ها (حلال‌های غیر پروتون‌ی).

### پیشینه آزمایش

میزان انحلال‌پذیری یک ماده حل‌شونده در یک حلال به‌طور قابل توجهی به ماهیت و قدرت نیروهای جاذبه بین ذرات حل‌شونده - حل‌شونده، حلال - حلال و حل‌شونده - حلال بستگی دارد. بیشترین انحلال وقتی مشاهده می‌شود که این نیروها همانند باشند، زیرا طبق نخستین قاعده انحلال‌پذیری: «نظیر در نظیر حل می‌شود.» به‌طور کلی، مواد قطبی فقط در حلال‌های قطبی و مواد ناقطبی فقط در حلال‌های ناقطبی حل می‌شوند، یعنی مواد ناقطبی و مواد قطبی معمولاً امتزاج‌ناپذیرند. مایعات قطبی (به‌ویژه آب) می‌توانند حلال بسیاری از ترکیبات یونی باشند. یون‌های مواد حل‌شده توسط مولکول‌های قطبی با نیروی الکتروستاتیکی جذب می‌شوند؛ یعنی یون‌های منفی توسط قطب‌های مثبت مولکول‌های حلال و یون‌های مثبت توسط قطب‌های منفی این مولکول‌ها جذب می‌شوند. این جاذبه یون دو قطبی ممکن است نیروهای نسبتاً قوی باشند و موجب می‌شوند که یون‌ها از بلور جدا و در فاز مایع شناور شوند. یون‌های حل‌شده آب پوشیده‌اند و در حالی که با غلافی از مولکول‌های آب احاطه شده‌اند، در محلول حرکت می‌کنند.

### نکته ایمنی

از عینک و دستکش ایمنی استفاده کنید.

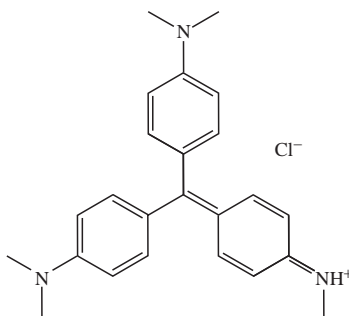
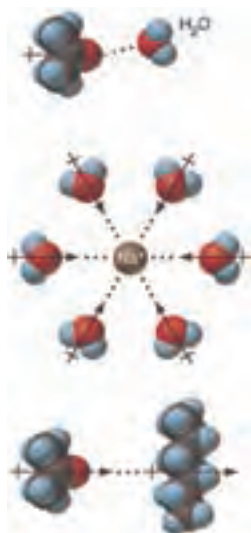
### مهارت‌های کلیدی

- مشاهده، کشف و توجیه روابط علمی؛
- پیش‌بینی و توسعه فرضیه‌ها.

## بر دانش خود بیفزایید

به نیروهای جاذبه یا دافعه بین ذراتی که در مجاورت یکدیگر قرار دارند، «نیروهای بین مولکولی» می‌گویند. این نیروها عامل خواص فیزیکی مانند حلالیت، نقطه جوش و... هستند. این نیروها بسیار ضعیف‌تر از نیروهای درون مولکولی یا بین اتمی‌اند. به‌طور کلی، به نیروهای بین مولکول - مولکول یا یون - مولکول به افتخار فیزیک‌دان هلندی، «نیروهای واندروالسی» می‌گویند.

نیروهای بین مولکولی آب و استون از نوع دوقطبی - دوقطبی هستند و به همین خاطر استون به راحتی در آب حل می‌شود. «متیل بنفش» به صورت نمک است و در آب و استون حل می‌شود.



همان‌طور که در شکل بالا مشاهده می‌کنید، رنگ بنفش معرف به علت کاتیون آن است. با توجه به اینکه استون یک حلال ناپروتونی است کاتیون را حلال‌پوشی و در خود حل می‌کند. به سبب قوی‌تر بودن نیروی بین مولکولی آب و نمک که از نوع یون - دوقطبی است، نسبت به نیروی بین مولکولی آب و استون که دوقطبی - دوقطبی است، آب به راحتی نمک را در خود حل می‌کند و استون از آن جدا می‌شود، زیرا نیروی بین مولکولی آن ضعیف‌تر است. این آزمایش مفهوم نیروهای بین مولکولی و قدرت آنها را به دانش‌آموزان آموزش می‌دهد.

## نکته‌های مهم انجام آزمایش

- شناساگرهای رنگی دیگر نیز ممکن است به این آزمایش جواب دهند ولی متیل بنفش مناسب‌ترین شناساگر است. به جای آن از تتورید می‌توانید استفاده کنید.
- در جهت دوفازی شدن از مقدار بیشتری نمک استفاده کنید.

## پاسخ فعالیت‌ها و پرسش‌های کتاب

- ۱ چه عاملی باعث همگن شدن مخلوط آب و استون می‌شود؟  
پاسخ: شباهت نیروهای بین مولکولی آب و استون.
- ۲ نوع جاذبه بین مولکولی ترکیب‌های زیر را پیش‌بینی کنید و بگویید کدام یک قوی‌تر است؟  
(الف) استون - آب، پاسخ: دوقطبی - دوقطبی (ب) نمک خوراکی - آب، پاسخ: یون - دوقطبی
- ۳ با توجه به مشاهده‌های خود از این آزمایش، علت دو لایه شدن مخلوط پس از افزایش نمک خوراکی را توضیح دهید.  
پاسخ: آب حلال پروتون‌دار و قطبی است. نمک به مقدار زیادی در آب حل و باعث خارج شدن استون از آب می‌شود. در نتیجه مخلوط دو لایه می‌شود.
- ۴ با توجه به مشاهده‌ها، علت نام‌گذاری این آزمایش را به «شبهه و شبهه‌تر» توضیح دهید.  
پاسخ: آب به علت قطبی بودن زیاد تمایل دارد مولکول‌های نمک را که قطبی شدید هستند (نمک خوراکی را که یک ترکیب یونی است) بیشتر در خود حل کند تا استون را که کمتر قطبی است (شبهه). بنابراین نیروی بین مولکولی آب به نمک شبیه‌تر است.

## 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)

- آزمایش زیر پیشنهاد می‌شود.
- در یک لوله آزمایش ۵ml آب و چند قطره محلول بتادین اضافه کنید.
- ۵ml استون به آن اضافه کنید و مخلوط را به هم بزنید.
- کم کم نمک خوراکی به مخلوط اضافه کنید و به شدت هم بزنید.
- کمی صبر کنید چه مشاهده می‌کنید.

## ۵- رنگ آمیزی با عنصر

### هدف‌های آزمایش

- آشنایی با ویژگی‌های عنصرهای واسطه؛
- رسم آرایش الکترونی کاتیون فلزهای واسطه و درک آرایش پایدار؛
- بررسی واکنش اکسایش - کاهش.

### پیشینه آزمایش

عنصرهای واسطه که به نام فلزهای واسطه یا فرعی هم شناخته شده‌اند، بزرگ‌ترین بخش جدول تناوبی را در مرکز جدول، از ستون‌های ۳ تا ۱۲ تشکیل می‌دهند. فلزهای واسطه ترکیب‌ها و کمپلکس‌های رنگی تشکیل می‌دهند. خواص فلزی این عنصرها از پیوند فلزی و دریای الکترونی غیرمستقر ناشی می‌شود. این فلزها به علت دمای ذوب و جوش، گرمای نهان تبخیر، چگالی، سختی و استحکام، انرژی بستگی نسبتاً بالایی که دارند (در بین آنها تنها جیوه در دمای معمولی مایع است)، کاربردهای فراوانی هم در مصالح ساختمانی، ماشین‌آلات و... دارند. به علاوه، از ترکیب آنها آلیاژهای بسیار مهمی تشکیل می‌شوند که از خواص و کاربردهای ویژه‌ای در پژوهش، علم و صنعت برخوردارند. از آلیاژ این فلزات در ساخت موتور جت هواپیما استفاده می‌شود.

الکترون‌های متمایزکنندهٔ اتم این عنصرها در تراز  $(n-1)d$  لایهٔ ظرفیت اتم آنها وارد می‌شوند و عموماً (غیر از روی و کادمیم)، در حالت اکسایش صفر و یا دست کم در یکی از حالت‌های اکسایش بالاتر از صفر، یک یا چند اوربیتال تک‌الکترونی در تراز لایهٔ ظرفیت اتم خود دارند.

### نکته‌های ایمنی

- از عینک و دستکش ایمنی استفاده کنید.
- از تماس محلول‌ها با پوست و لباس دوری کنید.

### مهارت‌های کلیدی

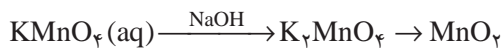
- کشف و برقراری روابط آرایش الکترونی و پایداری؛
- جمع‌آوری اطلاعات و مقایسه آنها.

## بر دانش خود بیفزایید

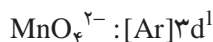
فلزات واسطه، برخلاف دیگر فلزات، اوربیتال‌های d آنها در حال پر شدن است که می‌توانند  $10$  الکترون داشته باشند. در حضور لیگاندها، برخی از اوربیتال‌های d دارای انرژی بیشتری نسبت به بقیه و برخی دیگر دارای انرژی کمتری می‌شوند. الکترون‌ها با جذب یک فوتون از نور می‌توانند در میان این اوربیتال‌های پایین‌تر و بالاتر حرکت کنند. این جذب نور باعث رنگی شدن ترکیب یا کمپلکس می‌شود. طول موج نوری که جذب می‌شود، به مقدار انرژی میان اوربیتال‌های d بستگی دارد که متأثر از نوع لیگاند و بار یون فلزی است. فلز منگنز که زیرلایه d آن در حال پر شدن است، ترکیب‌های رنگی شکل زیر را دارد.



همان‌طور که در شکل بالا مشاهده می‌کنید  $\text{KMnO}_4$  ارغوانی (بنفش)،  $\text{K}_2\text{MnO}_4$  سبز رنگ و  $\text{MnO}_2$  جامد و قهوه‌ای رنگ است و  $\text{MnO}$  رنگ صورتی بسیار روشن دارد. سلولز موجود در کاغذ صافی باعث کاهش  $\text{Mn}^{2+}$  قلیایی به  $\text{Mn}^{6+}$  می‌شود. کاهش بیشتر،  $\text{Mn}^{4+}$  تولید خواهد کرد.



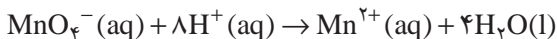
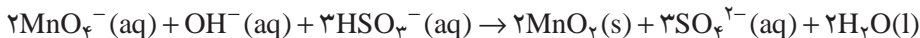
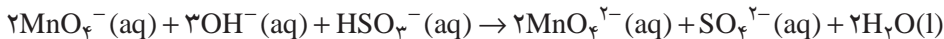
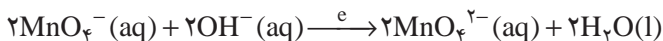
منگنز حالت‌های اکسایش دیگری نیز دارد که در اینجا نشان داده نشده‌اند؛ مانند  $\text{Mn}_2\text{O}_7$ . بعضی از حالت‌های اکسایش منگنز ساده‌تر از حالت‌های دیگری صورت می‌گیرند و پایدارترند؛ همان‌طور که در آرایش الکترونی آنها مشاهده می‌کنید.



ترکیب  $\text{KMnO}_4$  به علت داشتن آرایش الکترونی گاز نجیب و «اکت» بودن، پایدارتر از ترکیب  $\text{K}_2\text{MnO}_4$  است.



برخی از واکنش‌های کاهش انجام شده به صورت زیر هستند:



### نکته‌های مهم انجام آزمایش

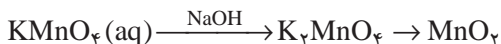
■ هنگام نقاشی کردن سرعت عمل مناسبی داشته باشید.

■ کاغذ صافی نسبت به سایر کاغذها بهتر جواب می‌دهد. زیرا منگنز در حضور سلولز در محیط بازی به راحتی کاهش می‌یابد.

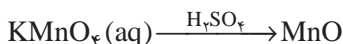
### پاسخ فعالیت‌ها و پرسش‌های کتاب

۱ اگر روند تغییر ترکیب‌های منگنز در این آزمایش به ترتیب زیر باشد، با توجه به مشاهدات خود، رنگ هر ترکیب را مشخص کنید.

پاسخ:

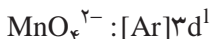


بنفش قهوه‌ای سبز



صورتی کم رنگ

۲ اگر بدانید آرایش منگنز در یون‌های زیر به صورت:



است، پیش‌بینی می‌کنید کدام یون پایدارتر است؟ چرا؟ آیا پیش‌بینی شما با نتیجه آزمایش مطابقت دارد؟  
پاسخ: یون  $\text{MnO}_4^-$ . چون آرایش آن شبیه گاز نجیب شده و پایدارتر است.

بله، چون پس از گذشت مدتی کوتاه از تشکیل، رنگ سبز دوباره به رنگ بنفش تبدیل می‌شد.

## 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 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 همه مواد و ابزار مورد نیاز، اجرای آن در تمام مدرسه‌ها امکان‌پذیر است و آزمایش جایگزین پیشنهاد نمی‌شود.

## ۶- جنگل سیاه

### هدف‌های آزمایش

- آشنایی با ترکیب‌های آلی؛
- بررسی تأثیر گرما بر واکنش‌های آلی؛
- آشنایی با واکنش تجزیه.

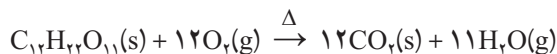
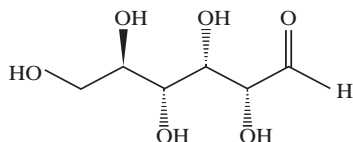
### پیشینه آزمایش

عنصر اصلی ترکیب‌های آلی را کربن (C) تشکیل می‌دهد. کربن عنصری استثنائی در جدول تناوبی است، زیرا شیمی گسترده‌تری ترکیب‌های کربنی تا به آن حد است که یکی از گرایش‌های رشته شیمی با عنوان «شیمی آلی» (Organic Chemistry) به‌طور کامل به بررسی ترکیب‌های این عنصر می‌پردازد. پیوند کووالانسی هر اتم کربن با انواع دیگر اتم‌ها یا اتم‌های کربن دیگر، ساختارهای نامحدود و بسیار متنوعی را ایجاد می‌کند. از جهت دیگر بسیاری از ترکیب‌هایی که در طبیعت طی روش‌های طبیعی سنتز، ساخته می‌شوند نیز از خانواده ترکیب‌های آلی (کربنی) هستند. گستره وسیعی از ترکیب‌ها، شامل ترکیب‌های متنوع نفتی تا مواد دارویی، بسپارهای آلی (Polymers) و نانو ساختارهای کربنی (Carbon Nanostructures) زیرمجموعه ترکیب‌های کربن قرار می‌گیرند.

هیدرات‌های کربن گروهی از مواد آلی هستند که علاوه بر کربن عناصر اکسیژن و هیدروژن نیز در مولکول‌های آنها شرکت دارند. موادی مانند نشاسته، قند معمولی، شکر و پنبه، هیدرات‌کربن هستند. هیدرات‌های کربن بسته به تعداد مولکول‌های سازنده‌شان به سه گروه اصلی تقسیم می‌شوند:

۱- مونوساکاریدها ۲- دی‌ساکاریدها ۳- پلی‌ساکارید

نقش اصلی و عمده این مواد تولید انرژی در بدن است. کربوهیدرات‌ها در ابتدا به گلوکز تبدیل می‌شوند و گلوکز در بدن سوخت‌وساز (متابولیسم) هوازی می‌شود. گلوکز در خارج از بدن نیز طبق واکنش زیر در اثر سوختن انرژی آزاد می‌کند.



از سوختن ناقص گلوکز دوده (C) آزاد می‌شود.

## نکته‌های ایمنی

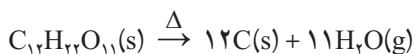
- از عینک و دستکش ایمنی استفاده کنید.
- در ظرف الکل را محکم ببندید و ظرف را از محیط آزمایش دور نگه دارید.
- هنگام انجام آزمایش، یک ظرف محتوی آب نزدیک خود داشته باشید.

## مهارت‌های کلیدی

- مقایسه و دسته‌بندی اطلاعات
- کشف روابط ساختار با رفتار ماده

## بر دانش خود بیفزایید

خاصیتی که مولکول‌های آلی را از غیرآلی جدا می‌کند، این است که مولکول‌های آلی دارای پیوندهای کربن هیدروژن هستند، درحالی‌که مولکول‌های غیرآلی دارای چنین پیوندهایی نیستند. چهار گروه عمده مولکول‌های آلی کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها، لیپیدها و نوکلئوتیک اسیدها هستند، هنگامی که شکر ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) می‌سوزد، به بخار آب و دی‌اکسید کربن تبدیل می‌شود. این نوع سوختن کامل به یک منبع خوب اکسیژن نیاز دارد. در اثر سوختن الکل، در اطراف شکر دما افزایش می‌یابد و در دمای بالا فرایندهای دیگری اتفاق می‌افتند، زیرا جریان اکسیژن به قسمت‌های داخلی ستون شکری نمی‌رسد و سوختن الکل مانع می‌شود. در نتیجه در این فرایند، ساکاروز مطابق معادله زیر به کربن و بخار آب تجزیه می‌شود:

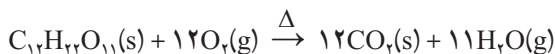


سدیم هیدروژن کربنات از مواد پودر کیک است که در اینجا نیز همان نقش افزایش حجم را ایفا می‌کند و در دمای بالا مطابق معادله زیر تجزیه می‌شود:



گازهای حاصل از این واکنش تجزیه، موجب رشد کربن می‌شود و آن را به صورت جنگل سیاه به ما نشان می‌دهد. این واکنش برای نمایش واکنش تجزیه و آشنایی با ترکیب‌های آلی مناسب است که در صورت در دسترس بودن اکسیژن کافی و کاتالیزگر، فرآورده‌های سوختن ساکاروز، آب و کربن دی‌اکسید خواهد بود.

معادله به صورت زیر است:



### نکته‌های مهم انجام آزمایش

- قند و سدیم هیدروژن کربنات پودر شده در هاون را به خوبی باهم مخلوط کنید.
- الکل را روی مخلوط نریزید و سعی کنید الکل را در اطراف مخلوط و روی ماسه به حد کافی اضافه کنید.
- این واکنش نیاز به حرارت دارد که باید توسط یک ماده سوختی مثل الکل و... تأمین شود.

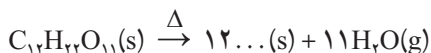
### پاسخ فعالیت‌ها و پرسش‌های کتاب

۱ عناصر سازنده ساکاروز را نام ببرید.

پاسخ: کربن، هیدروژن و اکسیژن.

۲ با توجه به مشاهده شما از جنگل سیاه، در جای خالی معادله زیر، نماد چه عنصری را می‌توان نوشت؟

پاسخ: کربن



۳ معادله واکنش زیر را کامل کنید و بگویید نقش گاز حاصل از آن در رشد جنگل سیاه چیست؟

پاسخ: گاز حاصل نقش افزایش حجم را ایفا می‌کند موجب رشد جنگل سیاه می‌شود.



۴ به این نوع واکنش‌های انجام شده در این آزمایش «واکنش تجزیه» می‌گویند. علت این نام‌گذاری را

شرح دهید.

پاسخ: چون طی این واکنش‌ها یک ترکیب به یک یا چند ماده ساده‌تر تجزیه می‌شود.

## 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.

## 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 و حتی منزل امکان‌پذیر است. آزمایش جایگزین واکنش پودر قند با سولفوریک اسید است که به‌علت تولید بخارات اسیدی، این آزمایش پیشنهاد نمی‌شود.

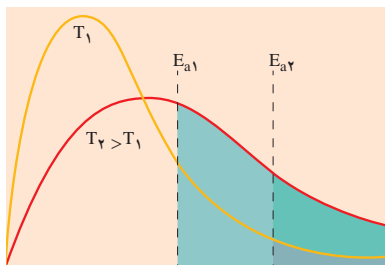
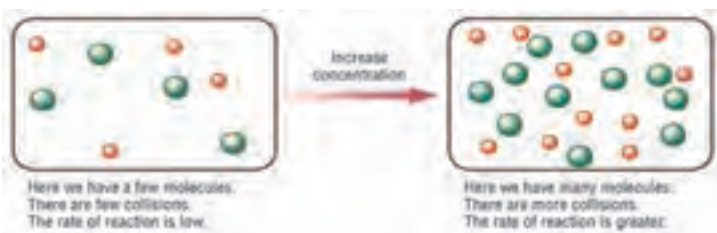
## ۷- واکنش زمان سنج

### هدف‌های آزمایش

- بررسی سرعت واکنش‌های شیمیایی؛
- بررسی وابستگی سرعت واکنش به دما و غلظت؛
- آشنایی با ویتامین C؛
- نمایش واکنش‌های اکسایش و کاهش.

### پیشینه آزمایش

اندازه‌گیری زمان واکنش مستلزم استفاده از دستگاه زمان‌سنج واکنش است که می‌تواند زمان واکنش را با دقت یک هزارم ثانیه نشان دهد و «سرعت واکنش» (Reaction rate) مقدار پیشرفت واکنش را برحسب زمان و براساس تغییر یکی از کمیت‌ها، مثل غلظت، رنگ و... نشان می‌دهد. از نظر تاریخی، مطالعه سرعت واکنش‌ها یکی از قدیمی‌ترین موضوع‌های شیمی است؛ برای مثال، می‌توان به مطالعه نزل در سال ۱۷۷۷ درباره سرعت انحلال فلزها در اسیدها اشاره کرد. برای بسیاری از واکنش‌های مربوط به مایعات یا گازها، افزایش غلظت واکنش‌دهنده‌ها، سرعت واکنش را افزایش می‌دهد. این افزایش بر اثر زیاد شدن عدد کل برخوردها در واحد زمان یا افزایش عدد کل برخوردهای مؤثر، یا ترکیبی از هر دو عامل پدید می‌آید.



مطابق نمودار روبه‌رو، سرعت واکنش‌های شیمیایی با افزایش دما و افزایش تعداد ذره‌های مؤثر کمپلکس فعال (پیچیده فعال) افزایش می‌یابد. علاوه بر دما، عوامل دیگری نظیر کاتالیزور (کاتالیزگر) نیز بر سرعت واکنش مؤثرند.

## نکته‌های ایمنی

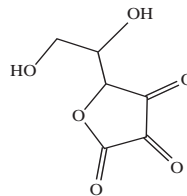
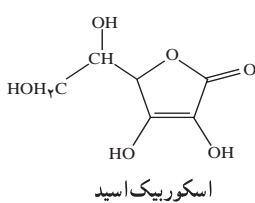
- از عینک و دستکش ایمنی استفاده کنید.
- از تماس آب اکسیژنه با پوست جلوگیری کنید.

## مهارت‌های کلیدی

- مشاهده و مقایسه کردن
- به کارگیری ابزار و اندازه‌گیری
- کشف و برقراری روابط عددی

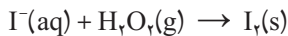
## بر دانش خود بیفزایید

بخشی از «سینتیک شیمیایی» (Chemical Cinetic) به بررسی سرعت واکنش‌های شیمیایی می‌پردازد. سرعت یک واکنش شیمیایی را عوامل معدودی کنترل می‌کنند که در این آزمایش به بررسی عامل غلظت و دما می‌پردازیم. همان‌طور که می‌دانید تتورید مخلوطی از عنصر ید ( $I_2$ ) و الکل اتیلیک ( $C_2H_5OH$ ) است. در اثر افزایش ویتامین C (اسیداسکوربیک) به تتورید، عنصر ید توسط اسیداسکوربیک کاهش می‌یابد و به یک ذره باردار به نام یدید ( $I^-$ ) تبدیل می‌شود که بی‌رنگ است. در نتیجه اسکوربیک اسید را به ماده‌ای دیگر



به نام دی‌هیدرواسکوربیک اسید تبدیل می‌کند که این ماده دیگر خاصیت ویتامین‌ها را ندارد.

می‌دانید که مخلوط کردن ید باردار با نشاسته باعث ایجاد رنگ آبی نمی‌شود. در ادامه با افزایش محتویات ظرف دوم که شامل آب اکسیژنه (ماده اکسنده) و نشاسته (شناساگر) است، آب اکسیژنه باعث اکسایش یون‌های ید به مولکول ید می‌شود:



آن‌گاه، مولکول‌های نشاسته با ید تشکیل شده واکنش می‌کنند و باعث ایجاد مولکول‌هایی پیچیده با رنگ آبی تیره می‌شوند:





## نکته‌های مهم انجام آزمایش

- به جای تئورید که ترکیب پتاسیم یدید با اتانول در غلظت‌های مشخصی هست می‌توانید از محلول بتادین (ترکیب ید و عامل حل‌کننده‌ای به نام پویدون) که در حالت محلول ید آزاد می‌کند، استفاده کنید.
- غلظت‌های کمی از ترکیب‌های ید استفاده کنید.

## پاسخ فعالیت‌ها و پرسش‌های کتاب

- ۱ نقش شناسنده در این فرایند چیست؟  
پاسخ: به عنوان شناساگر ید که کمپلکس رنگی تولید می‌شود.
- ۲ کاهش غلظت محلول‌ها چه تأثیری در زمان وقوع واکنش دارد؟  
پاسخ: باعث کاهش سرعت واکنش می‌شود.
- ۳ با کاهش دمای محلول‌ها، سرعت واکنش چه تغییری می‌کند؟  
پاسخ: سرعت واکنش کم می‌شود.

## 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.

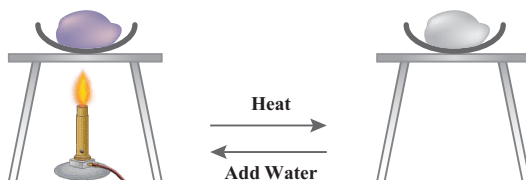
## ۸- واکنش بطری آبی

### هدف‌های آزمایش

- دریافت مفهوم برگشت پذیری؛
- بررسی اثر تغییر رفتار بر تغییر ساختار؛
- درک مفهوم گروه عاملی.

### پیشینه آزمایش

«واکنش‌های برگشت پذیر» واکنش‌هایی هستند که در آنها واکنش دهنده‌ها به فراورده تبدیل می‌شوند و در عین حال، فراورده‌ها نیز می‌توانند به واکنش دهنده‌ها تبدیل شوند؛ برای مثال، تبدیل نمک‌های آبدار (متبلور) و نمک بی‌آب به یکدیگر، با گرمادادن آنها و افزودن مجدد آب به آنها.



و یا حل شدن سنگ‌های آهکی در آب‌های زیرزمینی و رسوب مجدد این سنگ‌ها به صورت لایه‌های آهک. استلاگنیت و استلاگمیت در غارها نیز نمونه‌ای از واکنش‌های برگشت پذیر هستند. در مقابل، برخی از واکنش‌ها به‌طور کامل انجام می‌شوند و برگشت ناپذیرند؛ مثل واکنش سوختن.

واکنش برگشت ناپذیر

A	B
واکنش دهنده	فراورده



## نکته‌های ایمنی

- از عینک و دستکش ایمنی استفاده کنید.
- از تماس پتاسیم هیدروکسید با پوست و لباس به شدت دوری کنید.

## مهارت‌های کلیدی

- کشف روابط ساختار با رفتار؛
- پیش‌بینی و فرضیه‌سازی؛
- تفسیر یافته‌ها.

## بر دانش خود بیفزایید

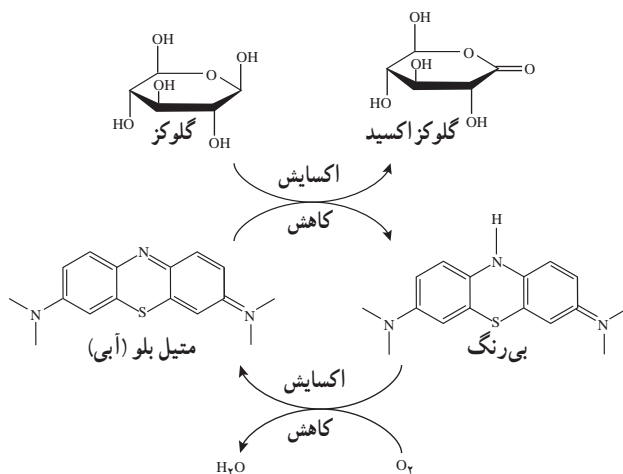
عامل تغییر ساختار در مولکول و گروه‌های عاملی باعث تغییر واکنش‌پذیری شیمیایی مواد و خواص مکانیکی، الکتریکی و... می‌شود و به‌طور کلی همه خواص فیزیکی و شیمیایی آنها را تحت‌تأثیر خود قرار می‌دهد. در این آزمایش دانش‌آموزان باید نتیجه بگیرند که واکنش در حالت کلی به صورت زیر اتفاق می‌افتد:

رنگ آبی → مایع + گاز

و بی‌رنگ شدن آن به این صورت اتفاق می‌افتد:

بی‌رنگ + X → رنگ آبی

واکنش شامل کاهش متیلن آبی به وسیله یک محلول قلیایی دگستروز است. با تکان دادن، محصول کاهش یافته دوباره اکسایش می‌یابد و رنگ آبی ایجاد می‌کند. سازوکار این واکنش به صورت زیر است:



این واکنش یک نمایش مفهومی برای واکنش برگشت پذیر است. از دانش آموزان انتظار می رود که غیر از تشکیل گلیکوزید کل واکنش را درک کنند.

### نکته های مهم انجام آزمایش

- برای تهیه محلول ها حتماً از آب مقطر استفاده کنید.
- مقدار بسیار کمی از معرف متیلن بلو بردارید و طی چند آزمایش مقدار آن را تجربه کنید.
- تبدیل واکنش دهنده به فراورده با شرایط تبدیل فراورده به واکنش دهنده متفاوت است و هم زمان انجام نمی شوند، لذا جهت نمایش این تبدیل ها، به واکنش، زمان کافی بدهید.
- لازم است به طور متناوب درب ارلن را بردارید، زیرا محل انجام واکنش مرز بین گاز و مایع است.

### پاسخ فعالیت ها و پرسش های کتاب

- ۱ براساس چه مشاهده ای می توان دریافت که این آزمایش یک واکنش برگشت پذیر است؟  
پاسخ: واکنش تغییر رنگ می دهد و دوباره به حالت اول برمی گردد.
- ۲ با توجه به شمای واکنش و مشاهده آزمایش آیا می توان نتیجه گرفت تغییر رنگ در اثر تغییر ساختار است؟  
پاسخ: بله تغییر ساختار موجب تغییر رنگ می شود.
- ۳ با توجه به ساختار گلوکز اکسید گروه های عاملی این ترکیب را مشخص کنید؟  
پاسخ: الکلی و استری.
- ۴ پس از مدتی، برای انجام شدن واکنش باید درپوش ظرف را برداشت؟  
پاسخ: برای ورود اکسیژن مورد نیاز به منظور اکسایش

## 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.

## ۹- برهم کنش بارهای الکتریکی

### هدف‌های آزمایش

- دست‌ورزی و استفاده از ابزارهای ساده برای تقویت مهارت‌های ساخت وسیله مرتبط با مفاهیم علمی؛
- با استفاده از مفاهیم الکتریسیته ساکن و برهم کنش‌های بارهای الکتریکی :
  - دانش‌آموز بتواند اساس کار وان دوگراف را توضیح دهد.
  - دانش‌آموز بتواند آزمایش‌هایی را که با وان دوگراف و ضمائم آن انجام می‌شود (آونگ الکتریکی، گوی‌های معلق، صفحه‌های پرنده، فرفره چرخان)، توضیح دهد و علت آنها را به درستی بیان کند.

### پیشینه آزمایش

«مولد وان دوگراف» وسیله‌ای است برای ایجاد بار الکتریکی که می‌تواند اختلاف پتانسیل خیلی زیادی ایجاد کند. این وسیله در سال ۱۹۲۹ میلادی توسط فیزیک‌دانی به نام رابرت جی. وان دوگراف اختراع شد. مولد وان دوگراف کاربردهای آموزشی و سرگرم‌کننده دارد و در بعضی از موزه‌های علم یافت می‌شود. در نمونه‌های بزرگ آن، پتانسیل کلاهدک آن نسبت به زمین به چندین میلیون ولت می‌رسد.

### نکته ایمنی

- از دست‌زدن به کلاهدک باردار وان دوگراف خودداری کنید. برای تخلیه آن از کره رسانای مخصوص با دسته عایق استفاده کنید.

### مهارت‌های کلیدی

- مهارت کار با ابزار و وسایل ساده؛
- مهارت کار با وان دوگراف.

## بر دانش خود بیفزایید

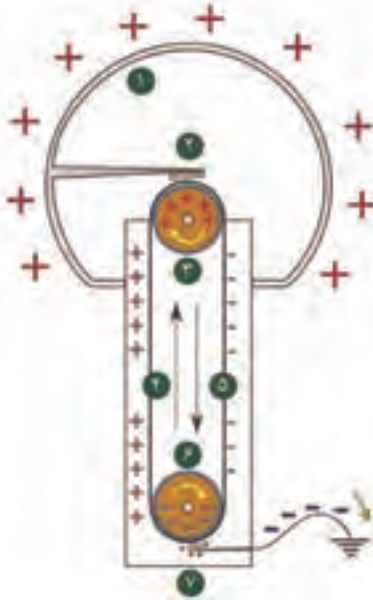
مولد وان دوگراف دستگاهی است که بار الکتریکی روی کلاهک فلزی آن انباشته می‌شود. اگر یک جسم رسانا با کلاهک این دستگاه تماس پیدا کند، دارای بار الکتریکی می‌شود. در نمونه ساده مولد وان دوگراف، غلتک پایینی از جنس تفلون توسط یک موتور الکتریکی می‌چرخد و به کمک تسمه لاستیکی، باعث چرخش غلتک بالایی از جنس فلز می‌شود.

بر اثر مالش تسمه لاستیکی با غلتک پایینی، طبق جدول الکتریسیته مالشی، غلتک پایینی باردار منفی و باعث القای بار مثبت در شانه فلزی می‌شود که به زمین وصل است. به دلیل نقاط نوک تیز شانه فلزی، یک میدان الکتریکی قوی بین غلتک و شانه به وجود می‌آید که باعث تخلیه هاله‌ای می‌شود و الکترون‌های سطح تسمه به زمین منتقل می‌شوند. بنابراین سطح خارجی تسمه در سمت چپ، باردار مثبت می‌شود. این بارها همراه با حرکت تسمه به قسمت زیر شانه فلزی بالایی می‌روند و در این شانه باعث القای بار منفی می‌شوند. به دلیل تخلیه هاله‌ای، الکترون‌های کلاهک وان دوگراف به روی تسمه انتقال می‌یابند (قسمت راست تسمه) و در حین چرخش تسمه، از طریق شانه پایینی به زمین منتقل می‌شوند.

این مراحل و جمع شدن بارها روی کلاهک تا زمانی که پتانسیل کلاهک به حد مشخصی برسد، ادامه پیدا می‌کند. پتانسیل مزبور به قطر کلاهک وان دوگراف و میزان عایق بندی قسمت‌های متفاوت وان دوگراف بستگی دارد.

قسمت‌های متفاوت وان دوگراف که در شکل می‌بینید،

شامل قسمت‌های زیر است:



۱ کلاهک فلزی وان دوگراف.

۲ شانه بالایی از جنس رسانا که نقاط نوک تیز دارد و از یک طرف با فاصله کمی از تسمه لاستیکی قرار گرفته و از طرف دیگر از داخل به کلاهک وان دوگراف متصل است.

۳ غلتک فلزی بالایی که معمولاً از جنس آلومینیوم است و به کمک تسمه لاستیکی می‌چرخد.

۴ تسمه لاستیکی در سمت چپ به دلیل از دست دادن الکترون بار مثبت دارد و بعد از خنثی کردن الکترون‌های کلاهک، از طریق شانه بالایی باعث باردار شدن کلاهک وان دوگراف می‌شود.

- ۵ تسمه لاستیکی در سمت راست که به دلیل دریافت الکترون از کلاهک باردار منفی می‌شود و آن را از طریق شانه پایینی به زمین منتقل می‌کند.
- ۶ غلتک پایینی از جنس تفلون به دلیل مالش با تسمه لاستیکی، باردار منفی می‌شود و بار مثبت را به شانه پایینی القا می‌کند.
- ۷ شانه پایینی از جنس رسانا که نقاط نوک تیز دارد و از یک طرف با فاصله کمی از تسمه لاستیکی و درست زیر غلتک پایینی قرار گرفته و از طرف دیگر به زمین متصل است.

### نکته‌های مهم انجام آزمایش

- اگر مولد وان دوگراف شما از نظر ظاهری مشکلی نداشته باشد (تسمه‌های آن سالم و غلتک‌های آن از نظر چرخش مشکلی نداشته باشند) ولی کلاهک آن باردار نشود، می‌توانید دستورالعمل زیر را اجرا کنید:
- شانه‌های بالایی و پایینی وان دوگراف را بررسی کنید. این شانه‌ها باید به فاصله خیلی کمی از تسمه در زیر و بالای غلتک قرار گرفته باشند. شانه بالایی باید به کلاهک وان دوگراف متصل و شانه پایینی به زمین وصل باشد.
- اگر تسمه لاستیکی به دلیل تابش نور آفتاب فرسوده شده و خاصیت ارتجاعی خود را از دست داده باشد و تسمه جایگزین اصلی در دسترس نباشد، از چسب‌های نواری رنگی پنج سانتی متری، برای آن تسمه بسازید.

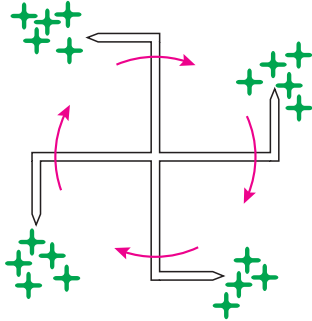
### پاسخ به پرسش‌های متن

- بند ۲: ابتدا جذب و بعد از باردار شدن، از کلاهک وان دوگراف دفع می‌شود. با قرار دادن دست در مقابل آونگ، آونگ باردار جذب دست می‌شود و با از دست دادن بار خود، دوباره به طرف کلاهک وان دوگراف جذب می‌شود و این اتفاق دوباره تکرار می‌شود.
- بند ۳: در اثر تماس گلوله‌ها با کلاهک وان دوگراف، گلوله‌ها بار همانم کلاهک وان دوگراف پیدا می‌کنند. در نتیجه دفع و در داخل استوانه معلق می‌شوند. البته تعدادی از آنها هم با صفحه رسانای بالایی، برخورد می‌کنند و مقداری از بار خود را از دست می‌دهند و دوباره برمی‌گردند. بعد از مدت کوتاهی، خود این صفحه نیز بار همانم با بار کره‌ها می‌گیرد. با قرار دادن انگشت روی صفحه، از طریق بدن بار ایجاد شده در رسانای بالایی خنثی می‌شود. لذا کره‌ها به طرف این صفحه با سرعت بیشتری حرکت می‌کنند و بعد از تخلیه، دوباره به سمت صفحه پایینی می‌روند و باردار می‌شوند و این اتفاق دوباره تکرار می‌شود.



بند ۴: به محض باردار شدن کلاهک وان دوگراف، بارها به سطح خارجی، یعنی خارجی ترین سطح صفحه آلومینیومی می‌روند. برهم کنش بارهای لبه‌های این صفحه با کلاهک وان دوگراف باعث می‌شود که این صفحه به سمت بالا پرتاب شود. بعد این اتفاق به نوبت برای صفحه‌های دیگر می‌افتد.

بند ۵: فرفره چرخان الکتریکی (Electric Whirl) شروع به چرخش می‌کند. جهت چرخش فرفره مانند شکل ۸ است.



شکل ۸

بند ۷: بارهای الکتریکی کلاهک وان دوگراف از طریق نقاط نوک تیز فرفره تخلیه می‌شوند این تخلیه باعث یونیده شدن هوا در قسمت‌های نوک فرفره می‌شود. این بارها با بار فرفره همنام هستند و نیروی دافعه بین بارهای الکتریکی باعث می‌شود که مولکول‌های هوا از نوک تیز فرفره دور شوند و طبق قانون سوم نیوتون، فرفره در جهت خلاف آن، یعنی در جهت نشان داده شده در شکل ۸ بچرخد. توجه داشته باشید که جهت چرخش فرفره به نوع بار کلاهک الکتروسکوپ ربطی ندارد و همواره در جهت نشان داده شده خواهد بود.



در صورتی که فرفره روی کلاهک وان دوگراف قرار داده شود و وان دوگراف به اندازه کافی قوی باشد، امکان دارد که میدان الکتریکی کلاهک وان دوگراف در چرخش فرفره اختلال ایجاد کند. بنابراین بهتر است فرفره روی پایه عایق مخصوص قرار داده شود و به کمک سیم رابط به کلاهک وان دوگراف متصل شود.

## پاسخ فعالیت‌ها و پرسش‌های کتاب

پرسش: اگر لامپ نئون یا یک فازمتر را نزدیک کلاهک وان دوگراف روشن بگیریم لامپ روشن می‌شود. چرا؟  
پاسخ: حداقل اختلاف پتانسیل لازم برای روشن کردن لامپ نئون حدود  $50^\circ$  ولت است. به دلیل باری که روی کلاهک وان دوگراف جمع شده است، همان‌طور که در بالا اشاره شد، اختلاف پتانسیل کلاهک با زمین خیلی زیاد می‌شود و بسته به اندازه وان دوگراف به چند هزار تا چند میلیون ولت می‌رسد. در اطراف

کلاهک وان دوگراف میدان الکتریکی ایجاد می‌شود که بر سطح کلاهک وان دوگراف عمود است. اگر پایانه‌های لامپ نتون، فاز متر یا حتی لامپ کم مصرف را در راستای میدان الکتریکی قرار دهیم اختلاف پتانسیل ایجاد شده در حدی خواهد بود که لامپ را روشن کند.

## ارزشیابی

- اگر یک آونگ رسانای سبک را به فاصله کمی از کلاهک وان دوگراف قرار دهیم و وان دوگراف را روشن کنیم، چه اتفاقی می‌افتد؟ توضیح دهید.
- اگر چند صفحه آلومینیومی را به شکل کلاه درآوریم و روی کلاهک وان دوگراف بگذاریم و وان دوگراف را روشن کنیم، چه اتفاقی می‌افتد؟ توضیح دهید.
- اگر فرقه الکتریکی را به مولد وان دوگراف روشن وصل کنید، چه اتفاقی می‌افتد؟ با رسم شکل مناسب توضیح دهید.

## آزمایش‌های مشابه (جایگزین)

- در بعضی از آزمایش‌های بالا در صورت نبود وان دوگراف می‌توانید از الکتروفور هم استفاده کنید.
- به کمک یک بادکنک و یک کیسه فریزر می‌توانید آزمایش جالبی انجام دهید. ابتدا به کمک قیچی یک باریکه به صورت حلقه از ابتدای کسبه فریزر جدا کنید. بادکنک و نوار پلاستیکی را با موی سر یا پارچه پشمی مالش دهید تا باردار شوند. با یکی از دست‌ها حلقه پلاستیکی باردار شده را باز و در هوا رها کنید. سپس با دست دیگر سعی کنید با حرکت دادن بادکنک زیر حلقه نایلونی، آن را به حالت معلق در هوا نگه دارید.



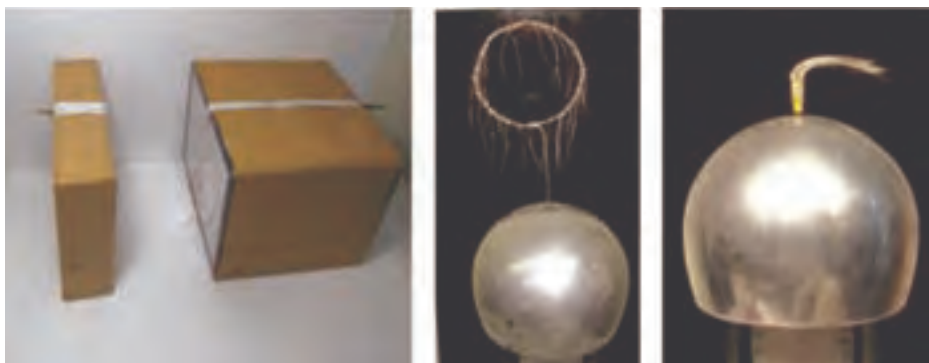
## ۱۰- نمایش میدان الکتریکی

### هدف‌های آزمایش

- نمایش طرح خطوط میدان الکتریکی حاصل از بار نقطه‌ای؛
- نمایش طرح خطوط میدان حاصل از یک حلقه باردار؛
- نمایش طرح خطوط در یک میدان الکتریکی یکنواخت.

### پیشینه آزمایش

استفاده از خطوط میدان الکتریکی برای نمایش میدان الکتریکی را اولین بار مایکل فاراده دانشمند انگلیسی (۱۸۶۷-۱۷۹۱) مطرح کرد. میدان الکتریکی خاصیتی است که در فضای اطراف یک جسم باردار به وجود می‌آید و از طریق این میدان بر هر جسم باردار دیگری که در این فضا قرار می‌گیرد، نیرو وارد می‌کند. این خطوط فرضی را با توجه به قواعدی که در کتاب فیزیک ۲ توضیح داده شده است، در اطراف جسم باردار نقطه‌ای و... نمایش می‌دهیم. در این آزمایش، به کمک نخ‌هایی که در میدان الکتریکی قرار می‌گیرند می‌خواهیم طرحی از میدان الکتریکی در اطراف یک حلقه باردار، یک کره باردار و میدان بین دو صفحه رسانای موازی را نمایش دهیم.



### نکته ایمنی

هنگام کار مستقیم یا غیرمستقیم با وان دوگراف باید در هر مرحله بار کلاهدک را با کره فلزی دارای دسته عایق تخلیه کرد.

## مهارت کلیدی

به کارگیری وان دوگراف و استفاده از ابزار ساده جهت نمایش میدان الکتریکی

## بر دانش خود بیفزایید

میدان الکتریکی کمیتی است برداری؛ یعنی علاوه بر مقدار، دارای جهت نیز هست. میدان به وسیله مجموعه‌ای از خطوط فرضی نمایش داده می‌شود که در هر نقطه از میدان مسیر آن را نمایش می‌دهند. واژه خطوط میدانی که مایکل فاراده مطرح کرد، هنوز هم کاربرد دارد. خطوط میدان الکتریکی در هر نقطه از فضا، مماس بر نیرویی است که آن میدان بر بار مثبت آزمون در آن نقطه وارد می‌کند. این خطوط مفهومی ذهنی هستند و برای نمایش میدان از آنها استفاده می‌شود. خطوط فرضی مزبور را با توجه به قواعدی که در کتاب فیزیک ۲ توضیح داده شده است، در اطراف جسم باردار نقطه‌ای و... نمایش می‌دهیم. در این آزمایش به کمک نخ‌هایی که در میدان الکتریکی قرار می‌گیرند، می‌خواهیم طرحی از میدان الکتریکی در اطراف یک حلقه باردار، یک کره باردار و میدان بین دو صفحه رسانای موازی را نمایش دهیم.

## نکته مهم انجام آزمایش

اگر نخ‌ها از جنس پنبه‌ای و لخت باشد بهتر است و می‌توان از نخ‌های قرقره معمولی استفاده کرد.

## آزمایش مشابه (جایگزین)

در یک ظرف شفاف حاوی پارافین، قدری بذر چمن (خاکشیر یا دانه ریحان) می‌ریزیم و قبل از اینکه دانه‌ها ته‌نشین شوند در دو طرف ظرف شفاف حاوی پارافین و بذر چمن دو الکتروود قرار دهیم و آنها را به قطب‌های مثبت و منفی وان دوگراف وصل کنیم، بذر چمن‌ها به شکل خطوط موازی قرار می‌گیرند.

## پاسخ به پرسش‌های متن

- بند ۲: نخ‌ها به شکل شعاع‌های یک کره فرضی قرار می‌گیرند.  
 بند ۴: نخ‌ها به گونه‌ای قرار می‌گیرند که امتداد آنها از مرکز حلقه می‌گذرد.  
 بند ۶: نخ‌ها به صورت موازی در می‌آیند.

## پاسخ فعالیت‌ها و پرسش‌های کتاب

پرسش: چرا حالت قرار گرفتن نخ‌ها در صفحه‌های موازی، آلومینیومی، حلقه نخ‌دار و نخ‌های افشان متفاوت است؟

پاسخ: با تغییر میدان الکتریکی (میدان یکنواخت و شعاعی)، شکل خطوط میدان تغییر می‌کند و نخ‌ها تقریباً در جهت میدان قرار می‌گیرند.

## ارزشیابی

می‌توان از دانش‌آموزان خواست با مواد دیگری نظیر نوارهای باریک کاغذ زرورق (Mylar) برای تشکیل خطوط میدان استفاده کنند.

## ۱۱- مداد نورافشان

### هدف‌های آزمایش

- بررسی اثر گرمایی جریان برق و تبدیل انرژی الکتریکی به گرمایی و نمایش نور و گرما در گرافیت؛
- نشان دادن چگونگی تغییر مقاومت و شدت جریان در گرافیت، بر اثر تغییر دما؛
- بررسی ضریب منفی مقاومت الکتریکی گرافیت، با تغییر دما (با افزایش دما مقاومت کاهش می‌یابد).

### پیشینه آزمایش



در سال ۱۸۰۱ میلادی شیمیدان انگلیسی، سر همفری دیوی (۱۸۲۹-۱۷۷۸) گفت: اگر بین دو میله زغالی متصل به دو سرب باتری، تماس ایجاد شود، جرقه یا قوسی روشن پدید می‌آید. این کشف به پیدایش چراغ قوسی انجامید.

در دهه‌های ۱۸۶۰ و ۱۸۷۰ چراغ‌های قوسی کم‌کم برای روشنایی خیابان و خانه‌ها مورد استفاده قرار گرفتند. اما آنها برای مصرف خانه بسیار خیره‌کننده و بسیار گران بودند. همچنین میله‌های کربنی آنها به علت دمای زیادی که از قوس تولید می‌شد، طی چند ساعت می‌سوختند. لزوم سرویس و تعویض مکرر میله‌ها در سیستم نیز ناراحت‌کننده بود.

### نکته‌های ایمنی

- دمای مغز مداد بالاست، مراقب سوختگی و آتش‌سوزی باشید.
- شدت نور مداد روشن زیاد است. به مدت طولانی و مستقیم به آن نگاه نکنید.

## مفاهیم کلیدی

- در نیم‌رساناهایی مانند سیلیسیم، ژرمانیم و گرافیت، بر اثر افزایش دما مقاومت کاهش می‌یابد. (برخلاف رساناهای فلزی که با افزایش دما مقاومت افزایش می‌یابد.)
- ضریب تغییر مقاومت نیم‌رسانایی مانند گرافیت، بر اثر گرما منفی است؛ یعنی با افزایش دما مقاومت کاهش می‌یابد.

## مهارت کلیدی

افزایش سرعت عمل در اندازه‌گیری جریان الکتریکی عبوری در مدار، هنگام تغییر شدت جریان در مدت کوتاه.

## بر دانش خود بیفزایید

کربن دارای «آلوتروپ» یا «دگر شکل»هایی است. الماس و گرافیت از جمله دگر شکل‌های کربن هستند. در بلور الماس، هر اتم کربن به وسیلهٔ چهار پیوند کووالانسی به چهار اتم کربن دیگر متصل است. در نتیجه چهار الکترون ظرفیت آن درگیرند. الماس رسانایی برق یا الکتروسیسته را ندارد، اما رسانایی گرمایی آن حدود پنج برابر مس است.

گرافیت آلوتروپ دیگر کربن، ماده‌ای سیاه و نرم است و ساختار لایه‌ای دارد. در گرافیت هر یک از اتم‌های کربن در هر لایه با سه اتم مجاور خود پیوند دارند. یعنی چهار الکترون پیوندی با سه اتم کربن دیگر پیوند برقرار می‌کنند. بنابراین هر اتم کربن با یکی از اتم‌های کربن که با آن پیوند دارد، پیوند دوگانه برقرار می‌کند. یکی از این پیوندها سست است. در نتیجه یکی از الکترون‌های متعلق به هر کربن تقریباً آزاد است و می‌تواند در سراسر لایه حرکت کند. می‌دانید حرکت یون یا الکترون سبب رسانایی الکتروسیسته می‌شود. در نتیجه گرافیت در طول هر لایه از لایه‌های خود رسانایی الکتروسیسته دارد.

## نکته‌های مهم انجام آزمایش

- ۱ از مغز مداد ۵/۰ یا ۷/۰ هر دو می‌توان استفاده کرد.
- ۲ مغز مداد را با احتیاط به زیر مهره‌ها ببندید تا شکسته نشود و اتصال هم برقرار باشد.
- ۳ در صورت نداشتن پایهٔ مغز مداد، می‌توانید مستقیماً گیرهٔ سوسماری را با احتیاط به دو سر مغز مداد وصل کنید.

۴ می‌توانید ولتاژ دو سر مغز مداد را کمتر از ۱۲ (۱۰ یا ۸) ولت انتخاب کنید. در این صورت مدت روشن ماندن مغز مداد بیشتر می‌شود.

### پاسخ پرسش‌های متن

هنگام عبور جریان از مغز مداد، عددی که آمپرسنج نشان می‌دهد چگونه تغییر می‌کند؟ چرا؟  
بند ۴: ابتدا که دمای مغز مداد زیاد نشده است، شدت جریان کم و آمپرسنج کمتر نشان می‌دهد. اما هر قدر دمای مغز مداد افزایش پیدا می‌کند، شدت جریان بیشتر می‌شود؛ یعنی با افزایش دما مقاومت کاهش می‌یابد.

### پاسخ فعالیت‌ها و پرسش‌های کتاب

پرسش: در رساناهای فلزی با بالا رفتن دما مقاومت افزایش می‌یابد. آیا در مورد گرافیت (مغز مداد) هم این مطلب درست است؟ چرا؟  
پاسخ: در مورد گرافیت بر عکس است. هنگامی که دما افزایش پیدا می‌کند، رسانایی بهتر می‌شود و مقاومت آن کاهش می‌یابد. بنابراین ضریب تغییر مقاومت بر اثر گرما منفی است. علت آن در قسمت دانستنی‌های معلم آمده است.

### ارزشیابی

- مقاومت الکتریکی گرافیت در دماهای متفاوت چگونه تغییر می‌کند؟
- شدت جریان عبوری از گرافیت در دماهای متفاوت چگونه است؟
- در آزمایش مداد نورافشان، تبدیلات انرژی چگونه است؟
- چرا ضریب تغییر دمایی مغز مداد (گرافیت) منفی است؟

### آزمایش‌های مشابه (جایگزین)

■ به جای نوک مداد می‌توان از خیارشور هم استفاده کرد. البته باید از اختلاف پتانسیل بالاتری بهره گرفت.



## ۱۲- آهن ربا و جریان الکتریکی

### هدف‌های آزمایش

- دست‌ورزی و استفاده از ابزار ساده برای ساخت وسیله مرتبط با مفاهیم علوم تجربی؛
- بررسی تجربی نیروی وارد بر سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی؛
- تعیین جهت نیروی وارد بر سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی.

### پیشینه آزمایش

هانس کریستین اورستد، دانشمند دانمارکی (۱۷۷۷-۱۸۵۱) اولین کسی بود که کشف کرد در اطراف سیم حامل جریان میدان مغناطیسی به وجود می‌آید. بعدها آندره ماری آمپر، دانشمند فرانسوی (۱۷۵۵-۱۸۳۶)، این پدیده را بررسی کرد و متوجه شد دو سیم موازی حامل جریان به یکدیگر نیرو وارد می‌کنند. در سال ۱۸۲۱ میلادی، مایکل فاراده دانشمند انگلیسی (۱۷۹۱-۱۸۶۷)، اولین موتور الکتریکی را از اثر متقابل میدان مغناطیسی و جریان الکتریکی ساخت. بعد از آن در سال ۱۸۲۲، فیزیک دان انگلیسی، پیتر بارلو (۱۷۷۶-۱۸۶۲)، چرخ بارلو (شکل زیر) را اختراع کرد که نوعی موتور الکتریکی بود. در واقع قسمتی از چرخ در میدان مغناطیسی یکنواخت قرار داشت و در اثر عبور جریان از چرخ، چرخ به حرکت در می‌آمد.



### نکته‌های ایمنی

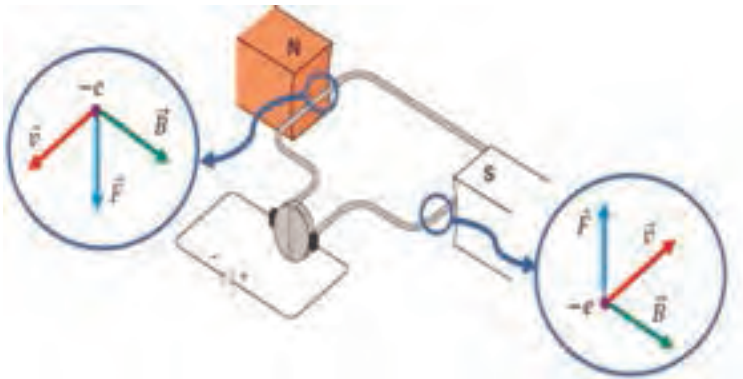
- دو میله رسانای موازی و میله کوتاه متحرک بهتر است از جنس برنج یا مس باشند. از میله‌های آهنی نباید استفاده کرد.
- در آخرین مرحله از آزمایش، میله رسانای افقی متحرک را قرار دهید، زیرا مدار مانند اتصال کوتاه عمل می‌کند و شدت جریان عبوری از مدار زیاد است.

## مهارت کلیدی

تعیین جهت نیروی وارد بر سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی.

## بر دانش خود بیفزایید

موتورهای الکتریکی ابزارهایی هستند که انرژی الکتریکی را به انرژی مکانیکی تبدیل می‌کنند و اساس کار بسیاری از دستگاه‌ها نظیر جاروی برقی، مته برقی، آسیاب برقی، ماشین لباس‌شویی، پنکه و... را تشکیل می‌دهند. شکل زیر طرحی ساده از اجزای اصلی یک موتور الکتریکی را نشان می‌دهد.

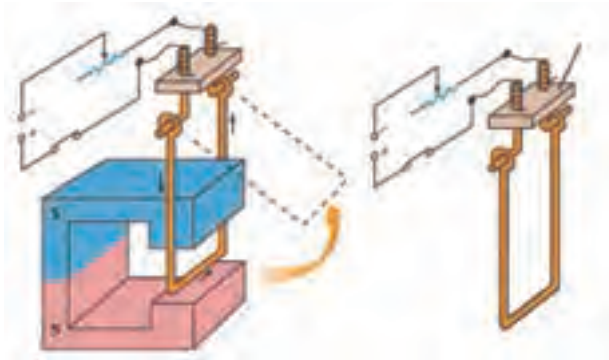


## نکته‌های مهم انجام آزمایش

- برای انجام این آزمایش از باتری یا از جریان مستقیم منبع تغذیه می‌توان استفاده کرد.
- پیشنهاد می‌شود برای نتیجه‌گیری بهتر از آهن‌ربای قوی (نئودیمیم) استفاده شود.
- می‌توان از آهن‌ربای U شکل قوی هم استفاده کرد به طوری که میلهٔ رسانای متحرک بین دو قطب آهن‌ربا قرار گیرد.

## آزمایش‌های مشابه (جایگزین)

به جای این آزمایش می‌توان طبق شکل صفحه بعد، از یک قاب مسی که در میدان مغناطیسی یکنواخت قرار دارد، استفاده کرد. در اثر عبور جریان قاب به درون میدان یا به خارج میدان جابه‌جا می‌شود که به جهت جریان بستگی دارد. می‌توان جریان را به گونه‌ای تغییر داد که قاب مسی در میدان حرکت رفت و برگشتی کند.



### پاسخ پرسش‌های متن

- بند ۴: لوله آلومینیومی شروع به حرکت می‌کند، زیرا از طرف میدان مغناطیسی به سیم حامل جریان نیرو وارد می‌شود.
- بند ۵: با تغییر جهت جریان، جهت حرکت لوله آلومینیومی عوض می‌شود و جهت حرکت همواره طبق قاعده دست راست است.
- بند ۶: دست خود را در جهت جریان طوری قرار دهید که انگشت شست شما در جهت حرکت لوله متحرک باشد. جهت بسته شدن انگشتان دست، جهت میدان مغناطیسی است.

### پاسخ فعالیت‌ها و پرسش‌های کتاب

- ۱ سرعت حرکت میله با لوله آلومینیومی روی دو میله موازی به چه عامل‌هایی بستگی دارد؟  
پاسخ: شدت جریان الکتریکی و شدت میدان مغناطیسی، وزن میله متحرک و اصطکاک
- ۲ اساس کار موتورهای الکتریکی را با توجه به نتایج این آزمایش توضیح دهید.  
پاسخ: در موتورهای الکتریکی از طرف میدان مغناطیسی به سیم‌های حامل جریان که متصل به محور هستند نیرو وارد می‌شود. این موتورها قطعه‌ای به نام «کوموتاتور» دارند که جهت جریان را تغییر می‌دهد تا حرکت موتور مداوم باشد.

### ارزشیابی

بعد از انجام آزمایش با معلوم بودن جهت جریان و جهت حرکت میله یا لوله آلومینیومی می‌توان از دانش‌آموزان خواست قطب‌های نامشخص آهن‌ربا را تعیین کنند.

## ۱۳- حلقه پَران

### هدف‌های آزمایش

- بررسی قانون لنز (مخالفت رسانای بسته با تغییر شار مغناطیسی)؛
- تغییر شار دائمی در جریان متناوب.

### پیشینه آزمایش

هاینریش فردریش امیل لنز (۱۸۰۴-۱۸۶۵) فیزیک‌دان مشهور آلمانی، دارای تبار روس بود. وی در «استونی» که در آن دوران تحت امپراتوری روسیه بود، به دنیا آمد. پس از اتمام دورهٔ دبیرستان وارد دانشگاه شد و به تحصیل در زمینهٔ فیزیک و شیمی پرداخت. لنز مطالعه الکترومغناطیس را در سال ۱۸۳۱ شروع کرد و بیشتر شهرتش برای فرمول‌بندی قانون لنز در الکترومغناطیس در سال ۱۸۳۴ است.

### نکته‌های مهم انجام آزمایش

- اگر این آزمایش با برق ۲۲۰ ولت انجام می‌شود، حتماً توسط مربی اجرا شود.
- لازم است سیم‌های اتصال از عایق‌بندی مناسبی برخوردار باشد.
- از سیم رابط کلید دار استفاده کنید و اتصال برق هنگام آزمایش حتماً لحظه‌ای باشد.

### مفاهیم کلیدی

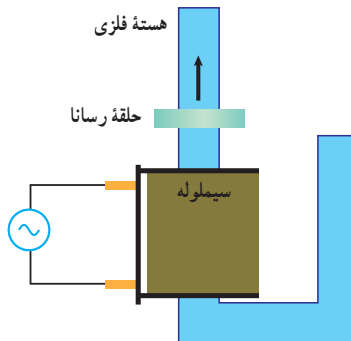
- در جریان متناوب، چون تغییر اندازه و جهت جریان دائمی است، پس در سیم بیج تغییر شار دائمی وجود دارد.
- تغییر شار دائمی در سیم بیج باعث تغییر شار در حلقهٔ آلومینیومی می‌شود؛ در نتیجه در حلقه جریان به گونه‌ای القا می‌شود که با عامل به وجودآورنده‌اش (تغییر شار) مخالفت می‌کند (قانون لنز) و به همین دلیل به طرف بالا پرتاب می‌شود.

## مهارت کلیدی

مهارت استفاده از برق متناوب  $220^\circ$  ولت برای ایجاد تغییر شار مغناطیسی در سیم پیچ.

## بر دانش خود بیفزایید

در سال ۱۸۳۴ میلادی، یعنی سه سال بعد از اینکه فاراده «قانون القا»ی خود را ارائه داد، لنز قاعده معروف خود را که به «قانون لنز» معروف است، برای تعیین جهت جریان القایی در یک حلقه رسانای بسته مطرح کرد. قانون لنز یکی از قوانین مهم در شاخه الکترومغناطیس است. این قانون به بررسی کنش و واکنش نیروهای القاگر و القاشده می‌پردازد. بر اساس این قانون، جهت جریان القا شده همواره برخلاف جهت نیروی القاگر است. این قانون را می‌توان نمونه‌ای از قانون سوم نیوتون نیز دانست. این قانون به صورت یک علامت منفی در قانون القای فاراده ظاهر می‌شود؛ به این معنی که در رابطه نیروی محرکه القایی یک علامت منفی قرار می‌دهند و اعلام می‌کنند که این علامت بیان قانون لنز است.



اگر توضیحات پدیده القای الکترومغناطیس فاراده، بر اساس قانون لنز نبود و عکس آن چیزی که گفته شده است، اتفاق می‌افتاد، یعنی اگر جریان القایی به تغییری که باعث به وجود آمدن آن شده است کمک می‌کرد، قانون پایستگی انرژی نقض می‌شد. یعنی اگر هنگام نزدیک کردن قطب N آهن‌ربا به حلقه، در برابر آن قطب مخالف S ایجاد می‌شد و آهن‌ربا را جذب می‌کرد، در این صورت آهن‌ربا باید به طرف حلقه شتاب پیدا می‌کرد و رفته رفته انرژی جنبشی آن افزایش می‌یافت و در همین هنگام، انرژی گرمایی نیز ظاهر می‌شد یعنی در واقع از هیچ انرژی به وجود می‌آمد. بدیهی است که چنین عملی هرگز نمی‌تواند درست باشد. بنابراین می‌توان گفت که قانون لنز چیزی جز بیان اصل پایستگی انرژی نیست که به‌طور مناسب در مورد مدارهای حامل جریان القایی به کار می‌رود.

## نکته‌های مهم انجام آزمایش

- از سیم پیچ با دور بیشتر مثلاً ۱۲۰۰ دور هم می‌توان استفاده کرد.
- برای جلوگیری از پرت شدن حلقه آلومینیومی به اطراف، می‌توان آن را با یک نخ بست و حرکت آن را مهار کرد.

## پاسخ پرسش‌های متن

- بند ۴: حلقه آلومینیومی بسته به سمت بالا پرتاب می‌شود، زیرا با عبور جریان متناوب از سیم پیچ، شار تغییر می‌کند و این تغییر شار از حلقه آلومینیومی نیز می‌گذرد. طبق قانون لنز حلقه با دور شدن از سیم پیچ با عامل تغییر شار مخالفت می‌کند.
- بند ۵: اگر حلقه آلومینیومی شکاف دار باشد، حلقه پرتاب نمی‌شود؛ زیرا مدار بسته نیست و در آن جریانی به وجود نمی‌آید.

## پاسخ فعالیت‌ها و پرسش‌های کتاب

- پرسش: چرا هنگامی که یک آهن‌ربای قوی را از درون یک لوله مسی یا آلومینیومی قائم رها می‌کنیم به کندی سقوط می‌کند.
- پاسخ: با حرکت آهن‌ربا درون لوله مسی، شار تغییر می‌کند و در لوله مسی جریان القایی به وجود می‌آید. طبق قانون لنز، لوله مسی با تغییر شار مخالفت و حرکت (سقوط) را کند می‌کند.
- بر اساس قانون پایستگی انرژی می‌توان گفت که هنگام حرکت آهن‌ربا داخل لوله مسی، به دلیل تغییر شار مغناطیسی، مقداری از انرژی جنبشی آهن‌ربا به گرما در بدنه لوله مسی تبدیل می‌شود و در نتیجه سرعت سقوط آن کاهش می‌یابد.



## ارزشیابی

- در آزمایش حلقه پَران، چرا از جریان متناوب استفاده می‌شود؟
- در آزمایش حلقه پَران، چرا پس از وصل لحظه ای جریان برق متناوب، حلقه آلومینیومی بسته به طرف بالا پرتاب می‌شود؟
- در آزمایش حلقه پَران، اگر حلقه شکاف‌دار باشد، چرا حلقه پرتاب نمی‌شود؟
- در آزمایش حلقه پَران، چرا اتصال جریان برق باید لحظه ای باشد؟

## آزمایش‌های مشابه (جایگزین)

برای بررسی قانون لنز، از مجموعه آماده‌ای که برخی شرکت‌های ایرانی طراحی و ساخته‌اند، می‌توان استفاده کرد که با برق ۱۲ ولت متناوب راه اندازی می‌شود و ایمنی بیشتری دارد.

## ۱۴- قطار مغناطیسی

### هدف‌های آزمایش

- دست‌ورزی و استفاده از ابزارهای ساده برای تقویت مهارت ساخت وسیله مرتبط با مفاهیم علوم تجربی؛
- بررسی برهم‌کنش نیروی الکترومغناطیسی.

### پیشینه آزمایش

اولین طرح قطار مغناطیسی را رابرت گدار در نوامبر سال ۱۹۰۹ مطرح کرد. او پیشنهاد کرد بین شهر بوستون و نیویورک تونلی ایجاد شود که در آن قطارهای معلق در خلائی نسبی با نیروی مغناطیسی به حرکت در آیند. چند سال بعد در سال ۱۹۱۲، یک مهندس فرانسوی به نام امیل باشه طرحی را پیشنهاد کرد که شباهت زیادی به وسیله مغناطیسی فعلی داشت. وسیله آزمایشی ۱۵ کیلوگرمی او در اثر وجود آهن‌رباهای الکتریکی که با جریان متناوب کار می‌کردند، از زمین بلند می‌شد و به حرکت درمی‌آمد ولی در اثر برخورد با دیوار آزمایشگاه از بین رفت.

نخستین خط بازرگانی «مگ‌لو» در شانگهای چین به طول ۳۰ کیلومتر به وسیله یک شرکت آلمانی ساخته شد. این راه آهن فرودگاه شانگهای را به مرکز این شهر پیوند می‌دهد.

در قطارهای مگ‌لو تماس با ریل وجود ندارد و قطارها به جای غلتیدن چرخ‌ها روی ریل، با نیروی مغناطیسی در هوا شناور و به جلو رانده می‌شوند. در فناوری مگ‌لو نیروی دافعه مغناطیسی قطار را از زمین بلند می‌کند و با استفاده از موتور خطی و نه دوار، در مسیری مشخص حرکت می‌دهد. این قطارها نصف انرژی هواپیما را به مصرف می‌رسانند و با همان سرعت نیز حرکت می‌کنند.

قطار مغناطیسی که ما می‌سازیم، از نظر ساختاری بسیار ساده است و تنها تشابه آن با قطارهای مگ‌لو در این است که نیروی پیشران آن مغناطیسی است.

### نکته ایمنی

هنگام درست کردن سیم لوله با سیم مسی، دستکش کار بپوشید.

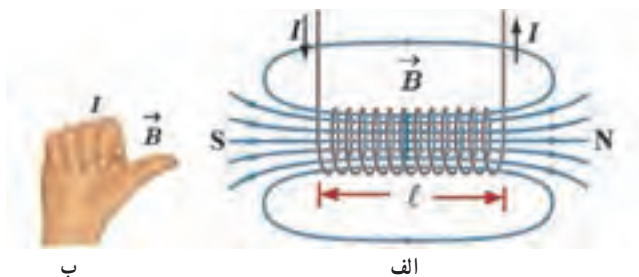


## مهارت کلیدی

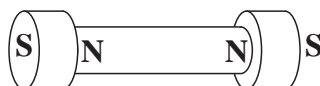
مهارت کار با ابزار و وسایل ساده

## بر دانش خود بیفزایید

از کتاب فیزیک ۲ می‌دانید که اگر از داخل یک سیم لوله (با سیم مسی) جریان الکتریکی عبور کند، داخل آن میدان مغناطیسی ایجاد می‌شود (شکل زیر، قسمت الف). به راحتی به کمک دست راست می‌توانیم جهت میدان مغناطیسی و یا جهت قطب‌های سیم لوله را تعیین کنیم (شکل زیر، قسمت ب).



حال اگر مطابق شکل پایین، دو آهن‌ربای استوانه‌ای قوی را به کمک یک میله به هم وصل کنیم، به گونه‌ای که قطب‌های همنام آنها مقابل هم باشند و در داخل سیم لوله بالا که حامل جریان است قرار دهیم چه اتفاقی می‌افتد؟



با توجه به دافعه بین قطب‌های همنام و جاذبه بین قطب‌های غیرهمنام، مجموعه آهن‌رباها و میله به سمت راست حرکت خواهد کرد.

اگر سیم لوله‌ما بدون عایق باشد، به جای میله رابطه بین آهن‌رباها از «باتری آلکالاین» استفاده کنیم و آهن‌رباهای ما از نوع «نئودیمیم» باشند نیازی نیست که از بیرون سیم لوله را به اختلاف پتانسیل وصل کنیم. پایانه‌های باتری از طریق آهن‌رباها که رسانا هستند، باعث ایجاد جریان در قسمتی از سیم لوله خواهند شد که مجموعه آهن‌رباها و باتری قرار دارند و میدان مغناطیسی ایجاد شده در این محدوده باعث حرکت آهن‌رباها و باتری خواهد شد.



## نکته‌های مهم انجام آزمایش

- حتماً از آهن‌رباهای نئودیمیم استفاده کنید و قطر آنها کمی بیشتر از باتری شما باشد.
- باتری باید مقاومت درونی کمی داشته باشد تا بتواند جریان زیادی را در مدار ایجاد کند. پیشنهاد می‌شود از باتری‌های قابل شارژ با میلی آمپر ساعت حدود ۱۵۰۰ یا بالاتر یا باتری آلکالاین استفاده کنید.
- اگر باتری قابل شارژ است از پر بودن آن و اگر یک بار مصرف است، از سالم بودن آن مطمئن شوید.
- اگر با توجه به نکات بالا مجموعه باتری و آهن‌ربا حرکت نکرد؟
- ۱ از اتصال الکتریکی باتری و آهن‌رباها مطمئن شوید.
- ۲ از اتصال الکتریکی سیم مسی با آهن‌رباها مطمئن شوید.

## پاسخ پرسش‌های متن

- بند ۳: مجموعه باتری و آهن‌رباها شروع به حرکت کرده و از سیم لوله خارج می‌شوند.
- بند ۴: مجموعه باتری و آهن‌رباها غلتیده و شروع به حرکت می‌کنند.

## پاسخ فعالیت‌ها و پرسش‌های کتاب

- ۱ سرعت حرکت مجموعه باتری و آهن‌رباها به چه عامل‌هایی بستگی دارد؟  
پاسخ: به شدت جریان عبوری از سیم لوله و قدرت آهن‌ربایی قوی (قوی یا ضعیف فبودن آهن‌ربا)
- ۲ چرا بعد از چندین بار حرکت باتری و آهن‌رباها درون سیم لوله باتری زودتر از معمول خالی می‌شود؟  
پاسخ: چون مقاومت سیم رسانای مسی سیم لوله ناچیز است شدت جریان زیادی از باتری عبور می‌کند در نتیجه به سرعت خالی می‌شود.

## ارزشیابی

علت حرکت مجموعه آهن‌رباها و باتری را توضیح دهید.

## آزمایش‌های مشابه (جایگزین)

ندارد.

## ۱۵- مولد جریان برق

### هدف‌های آزمایش

- دست‌ورزی و مهارت استفاده از وسیله‌های مرتبط با مفاهیم علوم تجربی؛
- بررسی قانون القای الکترومغناطیسی فارادی؛
- بررسی عوامل مؤثر بر نیروی محرکه القایی.

### پیشینه آزمایش

در سال ۱۸۳۱ میلادی، مایکل فاراده، دانشمند انگلیسی و تقریباً هم‌زمان با او، جوزف هنری، دانشمند آمریکایی، با انجام آزمایش‌هایی مشابه دریافتند که هنگام دور و نزدیک کردن آهن‌ربا به پیچۀ متصل به «گالوانومتر»، عقربه گالوانومتر منحرف می‌شود و عبور جریان را از مدار نشان می‌دهد مانند وقتی که در مدار، باتری وجود دارد (شکل زیر). این پدیده را «القای الکترومغناطیسی» و جریان تولیدشده را «جریان الکتریکی» القایی می‌نامند.



### نکته‌های ایمنی

- برای خارج کردن سیم پیچ جوجه‌گردان از ابزار مناسب، نظیر انبردست و پیچ‌گوشتی استفاده کنید.
- هنگام خارج کردن سیم پیچ مراقب باشید سیم‌های متصل به پایه‌های سیم پیچ قطع نشوند.

## مهارت کلیدی

مهارت در لحیم کاری و به کارگیری ابزارهای جایگزین موجود

## بر دانش خود بیفزایید

اولین مولد الکتریکی که قابلیت استفاده در صنایع را داشت، «دینام» نام گرفت. دینام از اصول الکترومغناطیس برای تبدیل انرژی مکانیکی به انرژی الکتریکی استفاده می‌کند. این وسیله جریان متناوب تولید می‌کند و با به کارگیری کوموتاتور، خروجی آن به جریان یکسو بدل می‌شود. دینام از یک قسمت ثابت که میدان مغناطیسی دائمی تولید می‌کند و مجموعه‌ای از سیم‌پیچ‌های متحرک که داخل میدان می‌چرخند تشکیل شده است. در دینام‌های کوچک میدان مغناطیسی به وسیله چند آهن‌ربای دائمی فراهم می‌شود. در دینام‌های بزرگ میدان مغناطیسی به وسیله چند آهن‌ربای الکتریکی به وجود می‌آید. فرکانس برق متناوب تولید شده در دینام به سرعت چرخش سیم‌پیچ‌ها در میدان مغناطیسی بستگی دارد.

نیروی محرکه القایی طبق این فرمول محاسبه می‌شود:  $\varepsilon = -N \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$ . بنابراین هرچه تعداد دور سیم پیچ بیشتر و آهن‌ربا قوی‌تر باشد، می‌تواند تغییر شار بزرگ‌تری ایجاد کند و در نتیجه نیروی محرکه القایی بیشتری به وجود آورد. به همین دلیل از یک سیم‌پیچ با دور زیاد (حدود  $5000^\circ$  دور) استفاده می‌کنیم؛ نظیر موتور جوجه‌گردان.

## نکته مهم انجام آزمایش

توجه کنید که دو دیود نورگسیل را با پایانه‌های مخالف به دوسر سیم پیچ لحیم کنید.

## پاسخ پرسش‌های متن

بند ۴: اتفاقی نمی‌افتد.

بند ۴ قسمت دوم: هنگام نزدیک کردن فقط یکی از دو دیود نورگسیل روشن می‌شود و هنگام دور کردن،

دیود دوم روشن می‌شود.

بند ۵: با افزایش سرعت دور و نزدیک کردن آهن‌ربا به پیچه، شدت نور دیودها افزایش خواهد یافت.

## پاسخ فعالیت‌ها و پرسش‌های کتاب

پرسش: اگر به جای حرکت آهن‌ربا آن را نزدیک سیم پیچ بچرخانیم چه اتفاقی می‌افتد؟ چرا؟  
پاسخ: با چرخاندن آهن‌ربا در نزدیک سیم پیچ دیودهای نورگسیل به ترتیب روشن می‌شوند به شرط آنکه این چرخش موجب جابجایی قطب‌های S و N شوند که موجب تغییر شار می‌شود و اگر حول محوری که از N و S می‌گذرد بچرخد تغییر شاری اتفاق نخواهد افتاد و دیودها روشن نخواهند شد.

## ارزشیابی

با داشتن یک سیم پیچ مناسب و آهن‌ربا چگونه می‌توان یک دیود نورگسیل را روشن کرد.

## آزمایش‌های مشابه (جایگزین)



به جای سیم پیچ جوجه‌گردان می‌توان از سیم پیچ‌های آزمایشگاهی (۲۰۰ دور به بالا) استفاده کرد همین آزمایش را می‌توان با یک سیم پیچ معمولی، آهن‌ربا و گالوانومتر هم انجام داد.



## فصل ۳

# آزمایش‌های دستورالعملی

## فصل ۳ در یک نگاه

فهرست مطالب فصل سوم به این شرح است :

- ۱ تعیین درصد تخلخل آبخوان
- ۲ رسم نیم‌رخ توپوگرافی
- ۳ شناسایی کانی‌های مشابه و هم‌رنگ
- ۴ مشاهده اثرات تغییر فشار اسمزی بر یاخته‌های گیاهی
- ۵ بررسی تأثیر عوامل متفاوت بر میزان فعالیت آنزیم‌ها
- ۶ مشاهده انواع پلاست در یاخته‌های گیاهی
- ۷ آشنایی با کارکرد دستگاه عصبی
- ۸ مراحل رشد مگس سرکه و بررسی صفات ظاهری آن
- ۹ کرک‌های گیاهی
- ۱۰ رویش دانه
- ۱۱ کشت باکتری‌های دهان و سطح پوست
- ۱۲ درصد خلوص کان‌سنگ مس
- ۱۳ شیمی در پزشکی
- ۱۴ انرژی در واکنش‌های شیمیایی
- ۱۵ فعالیت آنزیم در pH‌های گوناگون
- ۱۶ تهیه گاز جوش کاری
- ۱۷ سردتر از یخ
- ۱۸ چراغ افروز شیمیایی
- ۱۹ لایه‌ای براق به رنگ طلا
- ۲۰ پر و خالی شدن خازن‌ها
- ۲۱ مدار و دستگاه‌های اندازه‌گیری الکتریکی
- ۲۲ مقاومت ویژه رساناهای فلزی
- ۲۳ دیود نور گسیل و قانون اهم

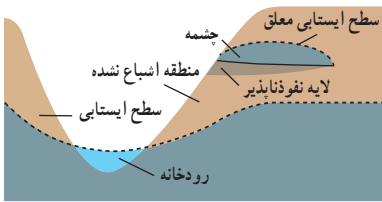


## ۱- تعیین درصد تخلخل آبخوان

### هدف‌های آزمایش

- کسب مهارت اندازه‌گیری درصد تخلخل رسوبات؛
- تبیین رابطه درصد تخلخل آبخوان و حجم آب ذخیره شده در آن.

### بر دانش خود بیفزایید



آبخوان (Aquifer): به لایه‌های آبدار زمین یا سفره‌های آب زیرزمینی «آبخوان» می‌گویند. نفوذ آب به درون زمین تا رسیدن به سنگ یا لایه نفوذناپذیر ادامه پیدا می‌کند و با رسیدن به این لایه و تجمع آب، آبخوان یا سفره آب زیرزمینی ایجاد می‌شود.

آبخوان قسمتی از پوسته زمین است که فضاهای خالی یا خلل و فرج سنگ‌های آن از آب مملو و اشباع شده باشد. این فضاهای خالی سنگ‌ها بر اثر بارندگی‌های ممتد از آب پر می‌شوند. با رسیدن آب به لایه‌های نفوذناپذیری مانند سنگ‌های رسی، در همان‌جا متوقف می‌شود و آبخوان را تشکیل می‌دهد. در برخی نقاط هم به شکل چشمه‌سار در سطح زمین آشکار می‌شوند. بدیهی است متناسب با خارج شدن آب از این چشمه‌ها، سطح آب‌های زیرزمینی (سطح ایستایی) افت می‌کند و پایین می‌رود. قاعدتاً سطح ایستایی در فصل‌های مرطوب بالا می‌آید و برعکس، در فصل‌های خشک پایین می‌رود. به عبارت دیگر، آبخوان یا سفره آب زیرزمینی، یک لایه آبدار زیرزمینی است که در لایه‌های تحکیم نیافته (گراول، ماسه و سیلت) یا در سنگ‌های دارای درز و شکاف به وجود می‌آید. این آب ممکن است از طریق چاه بهره‌برداری شود یا از طریق قنات یا چشمه به سطح زمین برسد.

### انواع آبخوان

آبخوان آزاد (Unconfined Aquifer): بالاترین سطح منطقه اشباع شده را تشکیل می‌دهد. این گونه سفره‌ها را «سفره غیر آرتزین» نیز می‌نامند. در چنین سفره‌هایی شکل و شیب سطح آب به عواملی مثل ورود آب‌های سطحی، تخلیه، وجود چاه، پمپاژ و عوامل دیگر بستگی دارد. بالا و پایین رفتن سطح آب از تغییرات میزان ذخیره آب موجود تبعیت می‌کند.

آبخوان تحت فشار (Confined Aquifer): سفره محصور یا سفره آرتزین نیز نامیده می‌شود. این گونه سفره‌ها هنگامی به وجود می‌آیند که آب زیرزمینی تحت فشاری بیش از فشار اتمسفر، به وسیله یک لایه غیر قابل نفوذ - که روی آن قرار گرفته - محصور می‌شود. تغذیه سفره محصور از قسمت‌هایی انجام می‌گیرد که لایه محصور کننده به سطح زمین برسد و یا به طریقی حذف شود. در این صورت این قسمت از سفره محصور هم ارزیک سفره آزاد خواهد بود. منطقه‌ای را که آب از آنجا به داخل زمین فرو می‌رود، «ناحیه تغذیه کننده» (Recharge area) می‌گویند. بالا و پایین رفتن سطح آب درون چاهی که در سفره محصور حفر شده، بیشتر تابع تغییر فشار سفره است تا تغییر حجم آن. بنابراین سفره محصور خود حجم کمی به عنوان ذخیره در اختیار دارد و فقط قادر است در اثر تخلیه مصنوعی و یا طبیعی آب را از ناحیه تغذیه کننده به محل خود هدایت کند.

«سطح پیزومتริก» در یک سفره آب محصور عبارت از سطحی فرضی است که از فشار هیدروستاتیکی آب درون سفره تبعیت می‌کند و عملاً سطح آب درون چاهی که در یک سفره حفر می‌شود، ارتفاع سطح پیزومتريك را در آن نقطه نشان می‌دهد. در مواردی که سطح پیزومتريك بالاتر از سطح زمین قرار گیرد، یک چاه جهنده (چاه آرتزین) خواهیم داشت. سطح پیزومتريك در عین حال، ادامه سطح ایستایی در ناحیه تغذیه کننده نیز هست. خطوط تراز آب زیرزمینی و نیم‌رخ سطح پیزومتريك را در این مورد نیز می‌توان از روی اطلاعات حاصل از چاه‌های موجود رسم کرد. باید توجه داشت، هنگامی که سطح پیزومتريك به سطح یا لایه نفوذناپذیر محصور کننده برسد، سفره محصور به سفره آزاد تبدیل خواهد شد. غالباً اتفاق می‌افتد که یک سفره آزاد بالای یک سفره محصور قرار داشته باشد.

آبخوان محلی (معلق): سفره محلی حالت ویژه‌ای از سفره آزاد است. این نوع سفره‌ها هنگامی به وجود می‌آیند که قسمتی از آب زیرزمینی به وسیله یک لایه نسبتاً غیر قابل نفوذ کوچک، از حوضه اصلی جدا شود. مثلاً وجود عدسی‌های رسی در رسوبات متخلخل نفوذپذیر، باعث می‌شود که مقداری آب بالای آن جمع شود. بدیهی است چاهی که به داخل یک سفره محلی نفوذ کند، فقط مقدار کمی آب می‌دهد.

تخلخل: مقدار فضاهای خالی یک رسوب و یا سنگ را «تخلخل» می‌گویند. وجود این فضاهای خالی در تشکیل آبخوان‌ها و مخزن‌های نفت و گاز اهمیت زیادی دارد.

نسبت حجم فضاهای خالی در لایه آبدار به حجم کل مواد تشکیل دهنده آن لایه تخلخل نام دارد. تخلخل بر حسب درصد بیان می‌شود.

$$\text{تخلخل} = \frac{\text{حجم فضاهای خالی}}{\text{حجم کل}} \times 100$$

نفوذپذیری: به توانایی رسوبات در عبور دادن سیالات «نفوذپذیری» می‌گویند. به عبارت دیگر، سهولت عبور جریان مایعات از داخل حفره‌های رسوب‌ها یا سنگ‌ها را نفوذپذیری می‌نامند.

تخلخل یا یوکی در مطالعات زمین‌شناسی (زمین‌شناسی نفت، آب‌های زیرزمینی، زمین‌شناسی مهندسی و ژئوتکنیک) از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. زیرا عامل مهم ذخیره‌شدن نفت، بالا بودن تخلخل مفید سنگ‌ها یا لایه‌های رسوبی است. در آب‌های زیرزمینی نیز عامل مهم برای حرکت آب‌های زیرزمینی بالا بودن تخلخل مفید است.

■ رسوبات سخت نشده مانند ماسه، شن، ریگ و... برای تشکیل آبخوان مناسب‌اند (زمین‌های آبرفتی).

■ بعضی از انواع سنگ‌ها مانند آهک، ماسه سنگ، سنگ آذرین و دگرگونی می‌توانند توسط عواملی (منافذ شکستگی - هوازدگی) به آبخوان تبدیل شوند.

■ خاک رس به دلیل نفوذناپذیری بالا نمی‌تواند آبخوان تشکیل دهد.

مقدار آب ذخیره شده در آبخوان‌ها تابع درصد تخلخل آنهاست.

یعنی هرچه درصد تخلخل آبخوان بیشتر باشد، مقدار آب ذخیره شده در آن بیشتر است.

## پاسخ فعالیت‌ها و پرسش‌های کتاب

۱ کدام زمین برای تشکیل آبخوان مناسب‌تر است؟

پاسخ: زمین‌های شنی و ماسه‌ای، زیرا نفوذپذیری زمین‌های شنی و ماسه‌ای زیاد است و آب به راحتی در آنها نفوذ می‌کند و آبخوان تشکیل می‌شود. اما زمین‌های رسی تخلخل بالا و نفوذپذیری کمی دارند و چون منافذ آنها کوچک‌اند و با هم ارتباط ندارند، آب را عبور نمی‌دهند و قادر به تشکیل سفره‌آب زیرزمین نیستند.

۲ از نظر دفع فاضلاب شهری کدام خاک مناسب‌تر است؟

پاسخ: زمین‌های شنی و ماسه‌ای، زیرا به علت نفوذپذیری بالا به راحتی فاضلاب به لایه‌های زیرین منتقل و تصفیه می‌شود، اما آب‌های زیرزمینی آلوده می‌شوند.

## ۲- رسم نیم‌رخ توپوگرافی

### هدف‌های آزمایش

■ کسب مهارت رسم نیم‌رخ توپوگرافی؛

■ کسب مهارت استفاده از نقشه‌های توپوگرافی.

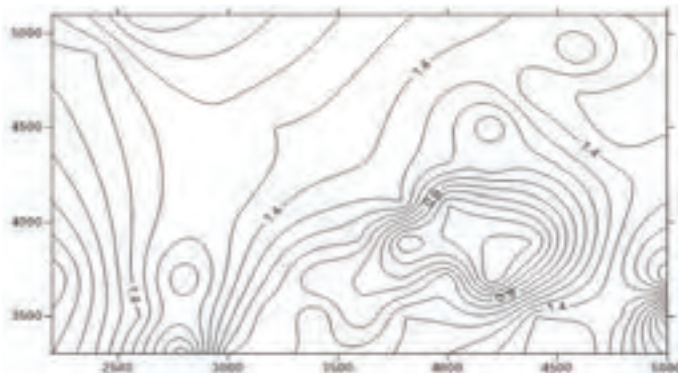
توپوگرافی از نظر لغوی، به معنی پستی و بلندی است. در کتاب درسی منظور از توپوگرافی پستی و بلندی‌های سطح زمین و یا همان ارتفاع عوارض زمین از سطح دریا است. در ایران و منطقه خلیج فارس سطح دریای آب‌های آزاد، بندر «فاو» در منتهی‌الیه خلیج فارس به عنوان سطح مبنا انتخاب شده است و ارتفاع تمام عوارض خشکی‌های کشورهای اطراف، اعم از کوه، دشت، دامنه و... نسبت به آن سنجیده می‌شود. در نقشه‌های توپوگرافی عناصر متفاوت طبیعی و انسانی نشان داده می‌شوند. ناهمواری‌های سطح زمین از کوچک‌ترین تپه‌ها و حتی شیارهای ناشی از سیلاب‌ها، تا جنگل‌ها، بیشه‌ها، باتلاق‌ها، ماسه‌زارها، دریاچه‌ها، رودها، انواع راه‌ها، پل‌ها، کانال‌ها و از شهرهای بزرگ گرفته تا روستاها، گاه تا حد خانه‌های منفرد و... روی این نقشه‌ها نشان داده می‌شوند.



ارتفاع در نقشه‌های توپوگرافی به وسیله خطوط تراز نشان داده می‌شود. خطوط تراز یا منحنی‌های میزان، عبارت‌اند از همه نقاط هم ارتفاع منطقه که به وسیله منحنی‌های بسته نمایش داده می‌شوند. در نقشه‌های توپوگرافی:

■ هرچه خطوط میزان به هم نزدیک‌تر باشند، شیب تندتر است و برعکس. بنابراین در مناطق کوهستانی و دامنه‌های پرشیب منحنی‌ها به هم نزدیک‌ترند که گاهی شمارش آنها مشکل است. ولی در مناطق مسطح و دشت‌ها، منحنی‌ها از یکدیگر دور می‌شوند.

- اگر منحنی‌های میزان به صورت دایره‌های متحدالمرکز باشند و عدد ارتفاع منحنی‌های داخلی بیشتر از منحنی‌های حاشیه باشد، نشان دهنده قله و کوه است و در صورتی که بر روی دایره‌های مرکزی ارتفاع کمتری داشته باشند، نقشه توپوگرافی فرورفتگی و گودی را نشان می‌دهد.
- اگر خطوط میزان به شکل علامت ۷ باشند، نشانه بال و ستیغ کوه و چنانچه به شکل ۸ باشند، نشانه دره و آبراهه‌اند.



- چنانچه خطوط میزان یک دامنه، خیلی به یکدیگر نزدیک شوند، به طوری که تقریباً روی هم منطبق شوند، به معنی آن است که دامنه به شکل دیواره و یا پرتگاه در سطح زمین مشاهده می‌شود.

## پاسخ فعالیت‌ها و پرسش‌های کتاب

- ۱ نقشه توپوگرافی شهرهای واقع در نواحی پرشیب مانند خرم‌آباد و شهرهای واقع در نواحی کم‌شیب، مانند یزد را با هم مقایسه کنید.  
پاسخ: در نقشه توپوگرافی شهرهای پرشیب مانند خرم‌آباد، منحنی‌های میزان به هم نزدیک و فشرده هستند. اما در شهرهای مسطح و کم‌شیب مانند یزد، منحنی‌های میزان از هم فاصله دارند.
- ۲ در شکل ۲ کمترین و بیشترین ارتفاع با کدام حرف لاتین نشان داده شده است؟  
پاسخ: در شکل ۲ کمترین ارتفاع با حرف E و بیشترین ارتفاع با حرف G نشان داده شده است.
- ۳ در شکل ۲ منحنی آبی‌رنگ نشان دهنده یک رود است. جهت حرکت رود از کدام جهت به کدام جهت است؟  
پاسخ: در شکل ۲ جهت جریان رود، از شمال غرب به سمت جنوب است.

## ۳- شناسایی کانی‌های مشابه و هم‌رنگ

### هدف‌های آزمایش

۱ کسب مهارت شناسایی کانی‌های مشابه و هم‌رنگ؛

۲ آگاهی از ابزار و وسایل شناسایی هر کانی.

### بر دانش خود بیفزایید

**تعریف کانی:** کانی‌ها مواد جامد، طبیعی، غیر آلی، متبلور، همگن و با ترکیب شیمیایی مشخص هستند. نمونه‌های جامدی که تمام ویژگی‌های کانی را داشته باشند، ولی متبلور نباشند (مانند پال)، «شبه کانی» نامیده می‌شوند.

تاکنون حدود ۳۰۰۰ کانی در طبیعت شناخته شده‌اند، البته اغلب این کانی‌ها بسیار نادرند. بد نیست بدانیم، از این میان تنها حدود ۲۵ کانی در سنگ‌های پوسته زمین فراوان یافت می‌شوند، به نحوی که آنها را «کانی‌های سنگ ساز» می‌نامند.

**شناسایی کانی‌ها:** تشخیص سنگ‌های سازنده پوسته زمین به شناسایی اجزای تشکیل دهنده آنها، یعنی کانی‌ها نیاز دارد. خوشبختانه تعداد کانی‌های سنگ ساز محدود است. علاوه بر آن، رابطه نزدیکی بین خواص فیزیکی ظاهری کانی با ترکیب شیمیایی و مشخصات بلورشناسی آن وجود دارد. از این روست که پس از کمی تمرین می‌توان با استفاده از این گونه خواص که تعیین آنها معمولاً به ابزار پیچیده نیاز ندارد، نام کانی را به سهولت روی زمین تعیین کرد. در ادامه مهم‌ترین خواص فیزیکی کانی‌ها را که در شناسایی آنها مورد استفاده قرار می‌گیرند، بررسی می‌کنیم.

**جلای کانی:** جلای هر کانی یکی از روش‌های شناسایی کانی‌هاست و در واقع توانایی آن، منعکس ساختن، متفرق کردن یا جذب نور است. شاید یک مثال بتواند مفهوم جلا را بهتر نشان دهد. دو کانی پیریت و گوگرد هر دو زرد رنگ‌اند، ولی به دلیل بازتاب متفاوت نور از آنها، جلاهای مشخص و متفاوتی را از خود نشان می‌دهند. به طور کلی، هر چه انعکاس و انکسار نور از سطح کانی و سطوح رخ و شکستگی داخل آن شدیدتر باشد، جلای آن نیز قوی‌تر و شدیدتر خواهد بود. از طرف دیگر، چون جلا در نمونه‌های متفاوت یک کانی کم و بیش پایدار است، از این رو وسیله مناسبی برای تشخیص کانی‌هاست.

جلای کانی‌ها را می‌توان به دو گروه اصلی فلزی و غیر فلزی تقسیم کرد. تفاوت برای جلای فلزی و غیر فلزی کم و بیش مشابه تفاوت بین رنگ متالیک و رنگ عادی اتومبیل‌هاست. از دیدی دیگر، جلای کانی‌ها را می‌توان

بر مبنای شدت یا درجه نیز طبقه‌بندی کرد. برای مثال، «هماتیت» یک کانی درخشان است، در صورتی که رس‌ها کانی‌های مات و فاقد درخشندگی هستند. کانی‌ها را می‌توان بر مبنای شفافیت، یعنی مقدار نوری که از آنها عبور می‌کند نیز به انواع شفاف، نیمه شفاف و کدر طبقه‌بندی کرد. در همین راستا «کوارتز» شفاف و «فلدسپات» کدر است.

رنگ کانی و رنگ خاکه آن: رنگ بخش‌های سالم و هوازده کانی نشانه دیگری برای تشخیص آنهاست. باید توجه داشت که پاره‌ای از کانی‌ها حالتی گمراه کننده دارند و نمونه‌های متنوع آن رنگ‌های متفاوتی دارد. برای مثال، کانی «کوارتز» ممکن است به رنگ‌های سفید شیری، گلی، بنفش، بی‌رنگ و غیره دیده شود. از طرف دیگر، چند کانی مختلف ممکن است به یک رنگ باشند. از این رو معمولاً به همراه تعیین رنگ کانی، رنگ خاکه آن را نیز مشخص می‌کنند.

به این منظور گوشه‌ای از کانی مورد نظر را روی یک صفحه چینی بدون لعاب می‌کشیم و اثر حاصل را مشاهده می‌کنیم. باید توجه داشت که برای تعیین رنگ خاکه یک کانی، سختی آن باید کمتر از سختی یک صفحه چینی بدون لعاب (حدود ۷) باشد. به خاطر داشته باشید، رنگ و رنگ خاکه یک کانی الزاماً مشابه نیستند.

برای مثال، رنگ خاکه کانی‌های فلزی ممکن است همانند رنگ ظاهری آنها یا غیر از آن باشد؛ در صورتی که رنگ خاکه بیشتر کانی‌های غیر فلزی، صرف نظر از رنگ ظاهری‌شان، سفید یا بی‌رنگ است. با توجه به این مثال معلوم می‌شود که رنگ خاکه بیشتر برای شناسایی کانی‌های فلزی به کار می‌رود.

سختی کانی: سختی که از روش‌های تشخیص کانی‌هاست، مقاومتی است که کانی در برابر خراشیده شدن از خود نشان می‌دهد. برای تعیین سختی کانی‌ها کافی است که هر کانی را توسط کانی دیگر خراش دهیم تا سختی نسبی آن دو معلوم شود. برای اینکه تعیین سختی کانی‌ها حالتی یکنواخت پیدا کند، «فردریک موس» کانی‌شناس آلمانی، ۱۰ کانی را که به‌طور متوالی هر یک سخت‌تر از نمونه قبلی است، انتخاب کرد.

این ۱۰ کانی که به «مقیاس سختی موس» معروف‌اند، امروزه به‌صورت گسترده برای تعیین سختی کانی‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند.

### جدول ۱- مقیاس سختی موس برای تعیین درجه سختی کانی‌ها

درجه سختی	نام کانی	نمونه‌های دیگر برای مقایسه
۱	تالک	
۲	ژیپس	ناخن حدود ۲/۵
۳	کلسیت	
۴	فلوریت	
۵	آپاتیت	چاقوی جیبی حدود ۵
۶	فلدسپات (ارتوز)	شیشه پنجره حدود ۵/۵
۷	کوارتز	سوهان فولادی حدود ۶/۵
۸	توپاز	چینی بدون لعاب حدود ۷
۹	کرنوم	
۱۰	الماس	

باید توجه داشت که درجات سختی موس فقط نسبت سختی را نشان می‌دهد و نشانگر مقدار واقعی سختی کانی نیست. به این معنی که الماس با سختی ۱۰ ممکن است بیش از چندین برابر آپاتیت با سختی ۵، سخت باشد.

برای تعیین درجه سختی یک کانی مجهول، کافی است که گوشه‌ای از آن را روی چند کانی متوالی سری موس بکشیم. برای مثال، اگر کانی مجهول، ژیبس با سختی ۲ را خط بیندازد و توسط کلسیت با سختی ۳ خط بردارد، سختی آن چیزی در حد فاصل درجه‌های ۲ و ۳ است. در صورتی که کانی‌های سری موس در دسترس نباشد، می‌توان از ناخن، کاردف یک تکه شیشه و سوهان فولادی استفاده کرد. در زمان تعیین سختی کانی‌ها باید به این نکته‌ها توجه کرد:

■ اول اینکه تعیین سختی کانی‌های ترد و خردشونده و همچنین هوازده به‌درستی انجام نمی‌گیرد.  
 ■ لبه‌های تیز یک کانی سخت ممکن است هنگام کشیدن به روی کانی نرم‌تر بشکند و ما را در مورد درجه واقعی سختی کانی گمراه کند.

■ در برخی حالت‌ها، لبه یک کانی نرم اثراتی روی سطح کانی سخت‌تر بر جای می‌گذارد. البته در این گونه موارد اثر حاصل با کشیدن دست و مالش پاک می‌شود.

برای اطمینان از سختی اندازه‌گیری شده باید کانی را از چند جهت آزمایش کرد. همچنین باید علاوه بر خراشاندن کانی مجهول توسط کانی یا جسم دارای سختی معلوم، عمل عکس آن را نیز انجام داد. باید توجه داشت که خراشیدگی‌های واقعی پاک شدنی نیستند و می‌توان آنها را در زیر لبه ناخن حس کرد. بد نیست بدانیم که درجه سختی بیشتر به نوع پیوند و استقرار اتم‌ها در شبکه بلورین کانی بستگی دارد تا ترکیب شیمیایی آن. مثلاً الماس و گرافیت هر دو کربن خالص‌اند، ولی اولی سخت‌ترین جسم و دومی بسیار نرم است.

شکستگی کانی: اگر با چکش ضربه‌ای به یک کانی بدون رخ وارد کنیم، به شکلی خاص می‌شکند (در مورد کانی‌های دارای رخ، شکستگی باید در جهتی غیر از سطوح رخ آن ایجاد شود). شکستگی کانی‌های متفاوت ممکن است صاف و هموار، ناهموار، خشن، صدفی و یا تخته‌ای باشد. نوع شکستگی مشخصه خوبی برای تشخیص برخی از کانی‌هاست. ضربه‌پذیری، که نشان‌دهنده عکس‌العمل کانی‌ها در برابر ضربه و همچنین مقاومت ذرات تشکیل‌دهنده کانی در مقابل خردشدن و جداشدن از یکدیگر است نیز می‌تواند به عنوان نشانه‌ای در شناسایی به کار آید. نحوه تغییر شکل کانی‌ها نیز با یکدیگر فرق می‌کند. مس و طلا چکش‌خوارند، در صورتی که «گوگرد» ترد و شکننده است و «میکاه» رفتاری کشسان دارند.



**چگالی نسبی کانی:** چگالی نسبی هر کانی عبارت است از وزن آن نسبت به وزن آب هم حجمش. چگالی نسبی بیشتر کانی‌ها بین ۲ تا ۵/۳ است. اگر چگالی نسبی یک کانی کمتر از ۲ باشد، در دست سبک به نظر می‌آید. در مقابل اگر چگالی نسبی کانی بیشتر از ۵/۳ باشد، سنگین به نظر خواهد رسید.

**خاصیت مغناطیسی کانی:** برخی از کانی‌ها خاصیت مغناطیسی دارند یا توسط آهن‌ربا جذب می‌شوند. این نشانه بسیار خوبی برای تشخیص آنهاست.

**طعم، بو و لمس کانی:** گروهی از کانی‌ها طعم خاصی دارند، مانند «هالیت» (نمک طعام) که شور است و «سیلویت» (سولفات منیزیم آبدار) که تلخ است. بو نیز در مورد برخی از کانی‌ها نشانه مناسبی برای تشخیص آنهاست. مثلاً بر اثر مالش «پیریت» و حرارت دادن کانی‌های سولفیدی بوی گوگرد به مشام می‌رسد. بر اثر مالش یا شکستن ترکیبات «آرسنیک» بوی سیر ایجاد می‌شود. لمس کانی توسط دست نیز ممکن است بتواند در شناسایی آن تأثیر داشته باشد. برای مثال، کانی «تالک» در لمس با دست حالت جسمی چرب را تداعی می‌کند.

**واکنش با اسید کانی:** تنها ویژگی شیمیایی که در شناسایی فوری کانی‌ها به کار گرفته می‌شود، نحوه ترکیب آنها با هیدروکلریک اسید ضعیف (۵ تا ۱۰ درصد) است. مثلاً «کلسیت» در اسید رقیق می‌جوشد.

## پاسخ فعالیت‌ها و پرسش‌های کتاب

**۱** اگر کانی‌های فلوئوریت، کوارتز و ژپس را روی یکدیگر بسایید، کدام یک آسیب بیشتری می‌بیند و کدام یک آسیب نمی‌بیند؟  
پاسخ: کانی ژپس آسیب بیشتری می‌بیند و کانی کوارتز آسیب نمی‌بیند.

**۲** در صنعت چه استفاده‌ای از خاصیت سختی مواد مختلف می‌شود؟  
پاسخ: در طراحی‌های صنعتی، جایی که اجسام متحرک با هم در تماس هستند، آگاهی از سختی اجسام ضروری است. زیرا اجسام متحرکی با هم در تماس هستند. اگر سختی یکسانی نداشته باشند، خیلی سریع جسمی که سختی کمتری دارد، از بین می‌رود.

## ۴- مشاهده اثرات تغییر فشار اسمزی بر یاخته‌های گیاهی

### هدف‌های آزمایش

- کسب توانایی تشریح ساختار غشای یاخته؛
- کسب توانایی توضیح مفهوم پتانسیل آب؛
- کسب توانایی تبیین مفهوم «اسمز» به کمک پدیده‌های پلاسمولیز و توژرسانس.

### بر دانش خود بیفزایید

تمامی یاخته‌ها به کمک غشای پلاسمایی از محیط اطراف خود جدا می‌شوند. در یاخته‌های یوکاریوتی، علاوه بر غشای پلاسمایی که مسئول کنترل جابه‌جایی مواد به درون و خارج یاخته است، غشاهای درون‌یاخته‌ای متعددی باعث کنترل عبور و مرور مواد، درون یاخته می‌شوند. در واقع، غشای اندامک‌ها، سیتوپلاسم (میان‌یاخته) را کدبندی می‌کنند که از جمله آنها، می‌توان به شبکه آندوپلاسمی، دستگاه گلژی، میتوکندری، کلروپلاست، واکوئل و... اشاره کرد.

رایج‌ترین مولکول موجود در یاخته، آب است و بسیاری از مولکول‌ها و یون‌های اساسی در حیات، در آب محلول هستند. انتقال آب از عرض غشاهای یاخته انجام می‌شود. آب به‌طور معمول از نقطه‌ای با پتانسیل آبی بیشتر به سمت پتانسیل آبی کمتر حرکت می‌کند. پتانسیل آب معمولاً به‌صورت فشار مورد نیاز برای جلوگیری از حرکت آب، یا به عبارت دیگر فشار هیدروستاتیک، در شرایط خاص اندازه‌گیری می‌شود که با واحد «پاسکال» یا «مگاپاسکال» بیان می‌شود. پتانسیل آب خالص، صفر در نظر گرفته می‌شود و با انحلال ترکیبات در آب، پتانسیل آبی محلول، منفی خواهد شد. چرا که غلظت زیاد یک محلول به کاهش پتانسیل آب در مقایسه با آب خالص منجر می‌شود.

غلظت بالای یک ماده محلول به معنای غلظت پایین مولکول‌های آب در آن بخش و در نتیجه، کاهش پتانسیل آب است. در صورتی که فشار در تمام مناطق یکسان باشد، مولکول‌های آب در حین حرکت از ناحیه دارای پتانسیل آب بالا به ناحیه دارای پتانسیل آب پایین، جابه‌جا می‌شوند.

«اسمز» شامل جابه‌جایی خالص آب از یک محلول دارای پتانسیل آب بیشتر به محلول با پتانسیل آب کمتر است. در غیاب سایر عوامل مؤثر بر پتانسیل آب مثل فشار، حرکت آب توسط اسمز باعث می‌شود، آب از بخش دارای محلول با غلظت کمتر (تراکم آب بیشتر) به سمت محلول با غلظت بیشتر (تراکم آب کمتر) انتقال یابد. اسمز، به موازات حرکت مولکول‌های آب در جهت شیب غلظت، به افزایش تدریجی فشار می‌انجامد. حرکت آب از عرض غشای پلاسمایی در پاسخ به تفاوت میزان پتانسیل آب، به مشکلات جدی برای برخی

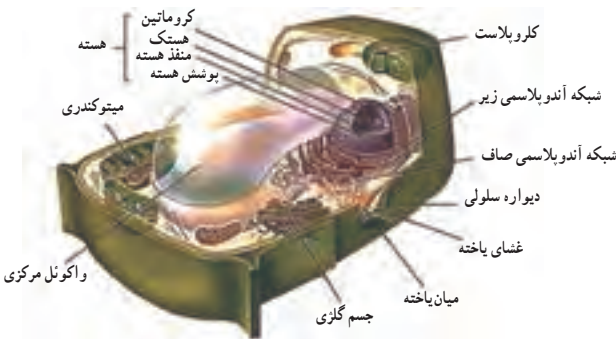


موجودات زنده و به ویژه جانداران آبی منجر می‌شود. پتانسیل آب در موجودات تک‌یاخته‌ای آب‌های شور، معمولاً مشابه پتانسیل آب محیط پیرامونی آنهاست و بدین ترتیب، این موجودات مزبور از چنین سازگاری برای حل این مشکل بهره می‌برند. در موجودات تک‌یاخته‌ای ساکن آب شیرین، مثل اوگلنا، پتانسیل آب یاخته کمتر از

محیط اطراف است و این امر سبب ورود آب به درون یاخته از طریق اسمز می‌شود. در صورتی که آب به میزان بیش از حد، وارد یاخته شود، به پارگی غشای پلاسمایی می‌انجامد. در «پارامسی» این مشکل توسط اندامکی اختصاصی به نام «واکوئل انقباضی» (ضربان‌دار) رفع می‌شود که با انقباض‌های منظم، آب را به بیرون یاخته پمپ می‌کند.

### فشار توژرسانس (تورگور) در یاخته‌های گیاهی

هر یاخته گیاهی، از دیواره یاخته‌ای، غشا و میان‌یاخته تشکیل شده است. پروتوپلاست یاخته گیاهی، توسط دیواره یاخته‌ای احاطه شده است. وجود دیواره یاخته‌ای، کلروپلاست و واکوئل مرکزی در یاخته گیاهی، آنها را از یاخته جانوری، متمایز می‌سازد.

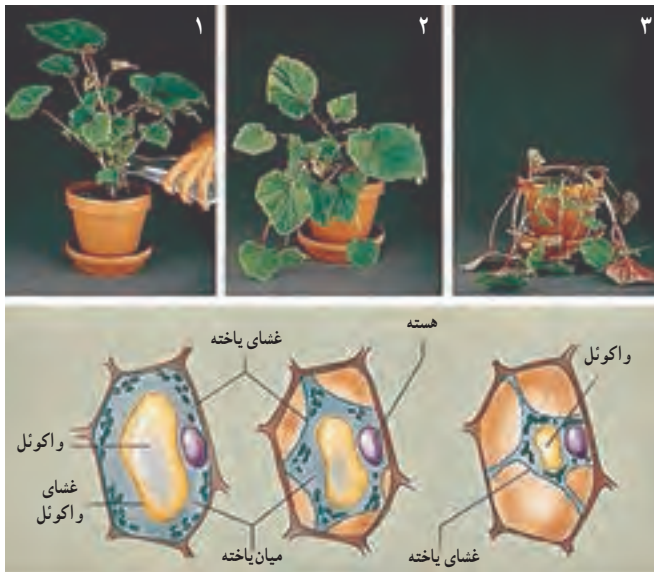


در صورتی که یک یاخته گیاهی درون محلولی با پتانسیل آب نسبتاً بالا قرار داده شود، پروتوپلاست یاخته بزرگ و غشای پلاسمایی متسع می‌شود و بر دیواره یاخته‌ای فشار وارد می‌کند. اما دیواره به دلیل ساختار نسبتاً محکم خود، از ترکیدن و از هم گسیختگی یاخته جلوگیری می‌کند. یاخته‌های گیاهی، به انباشت محلول نسبتاً غلیظ نمک، قند، اسیدهای آلی و آمینو اسیدها درون واکوئل‌های خود تمایل دارند. در نتیجه، یاخته‌های گیاهی آب را به روش اسمز جذب می‌کنند و باعث افزایش فشار هیدروستاتیکی درون یاخته می‌شوند. این فشار، موجب سختی یا آماس (تورگور) یاخته گیاهی می‌شود. از سوی دیگر، نیروی مساوی و در خلاف جهت این نیرو از سمت دیواره دیواره اعمال می‌شود که موسوم به فشار دیواره‌ای است.

فشار تورگور در حمایت از بخش‌های غیرجویی گیاهان اهمیت ویژه‌ای دارد. بخش اعظم رشد گیاهی، ارتباط مستقیمی با جذب آب دارد. در واقع واکوئل‌ها با جذب آب، حجیم و باعث افزایش اندازهٔ یاخته می‌شوند. از آنجا که یاخته‌های گیاهی غالباً در محیط‌های دارای پتانسیل آبی نسبتاً بالا حضور دارند، فشار تورگور همواره به‌طور پایدار درون این یاخته‌ها وجود دارد.

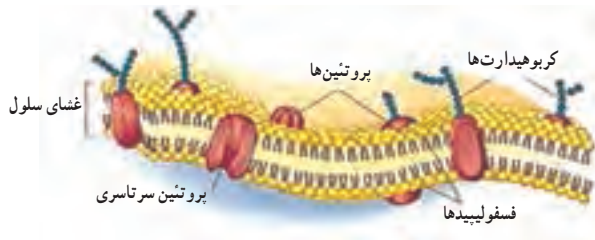


در صورتی که یاختهٔ گیاهی که دارای فشار تورگور است، در محلولی با پتانسیل آبی نسبتاً پایین قرار داده شود، آب با فرایند اسمز از یاخته خارج خواهد شد. در نتیجه واکوئل و پروتوپلاست چروک می‌خورند که به جداشدن غشای پلاسمایی از دیوارهٔ سلولی منجر می‌شود. این فرایند را «پلاسمولیز» نامیده‌اند. در صورتی که یاختهٔ پلاسمولیز شده، درون آب خالص قرار داده شود، به حالت طبیعی خود برمی‌گردد.

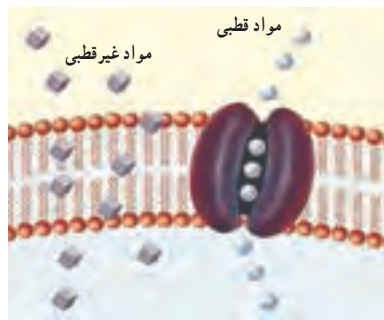


### غشای یاخته

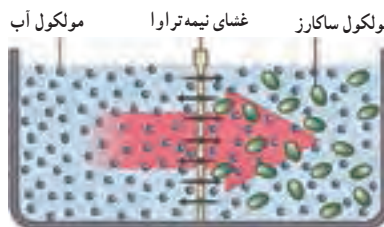
غشای پلاسمایی باعث تنظیم عبور و مرور مواد از یاخته می‌شود و بدین ترتیب، یکپارچگی ساختاری و عملکردی یاخته را تضمین می‌کند. این تنظیم به برهم کنش بین غشا و مواد عبورکننده از درون آن بستگی دارد. غشا متشکل از دو لایهٔ «فسفولیپیدی» و «پروتئین‌ها» است. در یاخته‌های گیاهی، انواع اصلی لیپیدها شامل فسفولیپیدها و استرول‌ها دیده می‌شوند و پروتئین‌های موجود در غشا، عملکردهای متفاوتی برعهده دارند.



مولکول‌های غیرقطبی مثل اکسیژن و کرین دی اکسید به سهولت از عرض غشای دو لایهٔ لیپیدی عبور می‌کنند. مولکول‌های آب نیز با وجود قطبیت، به سهولت از عرض غشا می‌گذرند. برخی مواد به سهولت از غشا عبور نمی‌کنند و تعدادی نیز قابلیت عبور ندارند.



وقتی یک غشا به برخی مواد اجازهٔ عبور می‌دهد و مانع از عبور برخی دیگر می‌شود، می‌گویند غشا دارای نفوذپذیری انتخابی است. عبور آب از خلال چنین غشایی «اُسمز» نامیده می‌شود.



## پاسخ فعالیت‌ها و پرسش‌های کتاب

۱ نمای از آنچه را که با میکروسکوپ مشاهده کردید، رسم کنید.

پاسخ :



۲ چرا در این آزمایش از پیاز قرمز استفاده می‌شود؟

پاسخ : به دلیل مشاهده تغییرات واکوتل رنگی در یاخته گیاهی

۳ از مقایسه بخش رنگین نمونه در غلظت‌های مختلف ساکاروز چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

پاسخ : با افزایش غلظت ساکارز سرعت و میزان پلاسمولیز تشدید می‌شود.

## ارزشیابی

■ ارزشیابی فرایند : بخشی از نمره دانش آموز 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 دانش آموز بخواهید که :

■ با قراردادن اپیدرم برگ یک گیاه در محلول آب خالص و محلول نمکی یا قندی، باز و بسته بودن روزنه‌های هوایی را بررسی کند.

■ توضیح دهد : چرا گیاهان علفی، طی کم‌آبی پژمرده و خم می‌شوند؟

## آزمایش‌های مشابه (جایگزین)

■ علاوه بر روپوست پیاز، آزمایش تغییر فشار اسمزی بر یاخته گیاهی را بر اپیدرم برگ کاهو، گیاه برگ‌بیدی، برگ تره و برگ ذرت بررسی و مقایسه کنید.

■ از یک عدد سیب‌زمینی پخته شده و دو عدد سیب‌زمینی خام استفاده کنید. ابتدا هر سه سیب‌زمینی را پوست بکنید. با چاقو روی هر سه سیب‌زمینی یک حفره ایجاد کنید. سیب‌زمینی‌ها را در سینی کنار هم بچینید و یک قاشق نمک به حفره ایجاد شده در یکی از سیب‌زمینی‌های خام و نیز سیب‌زمینی

پخته اضافه کنید. داخل سینی کمی آب اضافه کنید. مقدار آب نباید به اندازه‌ای باشد که به بالای سطح سیب‌زمینی برسد. نتیجه را پس از چند ساعت بررسی کنید.

■ روی تعدادی میوهٔ توت‌فرنگی یا آلبالو شکر بپاشید و بعد از چند ساعت نتیجه را بررسی کنید. علت خروج عصارهٔ میوه را شرح دهید. این عمل را با پاشیدن نمک روی بادمجان‌های پوست‌گرفته شده، تکرار کنید.

■ با انتخاب دو گلدان مشابه با گیاهان یکسان، هم اندازه و آب دادن به یک گلدان و آب ندادن به گلدان دوم طی چند روز، وضعیت شادابی گیاهان دو گلدان را مقایسه و علت را بیان کنید.

## ۵- بررسی تأثیر عوامل متفاوت بر میزان فعالیت آنزیم‌ها

### هدف‌های آزمایش

- یادآوری دقت در مشاهده و اندازه‌گیری، تهیه محلول‌های با غلظت‌های متفاوت و ثبت نتایج؛
- بررسی اثر تغییرات دمای محیط، غلظت پیش ماده و غلظت آنزیم بر میزان فعالیت آنزیم.

### پیشینه آزمایش

آنزیم‌ها، مهم‌ترین گروه از پروتئین‌ها هستند که انجام واکنش‌ها و سرعت بخشیدن به آنها را در سامانه‌های زیستی بر عهده دارند و به همین دلیل به «کاتالیزگرهای زیستی» معروف هستند. آنزیم‌ها قادرند سرعت واکنش را تا حدود  $10^7$  برابر بالا ببرند و همانند کاتالیزگرهای غیرزیستی، این عمل را از طریق پایین آوردن انرژی فعال‌سازی و واکنش انجام دهند. انجام واکنش در شرایط آزمایشگاهی به عواملی همچون دما و فشار بالا نیازمند است. لذا در محیط زنده که شرایط نسبتاً ثابت و پایداری وجود دارد، انجام چنین واکنش‌هایی بسیار کند بوده، یا امکان‌پذیر نیست. وجود آنزیم‌ها، انجام واکنش‌های شیمیایی را در سامانه‌های زیستی ممکن ساخته است. در سال ۱۸۳۳، برای اولین بار از دانه‌های جو سبز شده، ماده‌ای استخراج شد که نشاسته را به قند تبدیل می‌کند. در آن زمان این ماده را «دیاستاز» نامیدند که امروزه به «آمیلاز» معروف شده است. چند سال بعد، شوان برای نخستین بار آنزیم «پپسین» را کشف کرد که موجب گوارش گوشت می‌شود. طی سال‌های بعد به تدریج آنزیم‌های بیشتری کشف شدند که به همه آنها نام عمومی دیاستاز داده می‌شد. و کونه اولین کسی بود که واژه آنزیم را به جای دیاستاز به کار برد.

### نکته ایمنی

هنگام تهیه حمام آب  $80^\circ$  درجه سلسیوس، شرایط لازم برای پیشگیری از سوختگی را رعایت کنید.

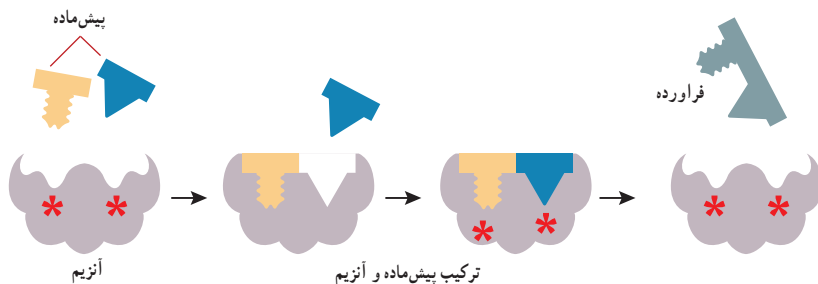
### مهارت‌های کلیدی

- مهارت کار با ابزارهایی مثل دماسنج، زمان‌سنج و استوانه مدرج؛
- مهارت تهیه محلول با غلظت‌های متفاوت.

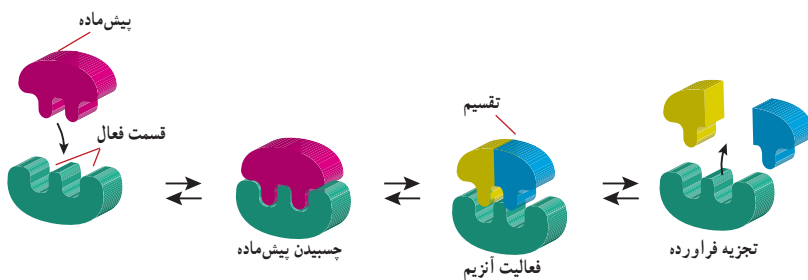


## بر دانش خود بیفزایید

اغلب آنزیم‌ها ماهیت پروتئینی دارند و از واحدهای آمینواسیدی تشکیل شده‌اند. تعداد کمی از آنزیم‌ها غیرپروتئینی هستند. بعضی از آنزیم‌ها فقط از واحدهای آمینواسید ساخته شده‌اند، برخی آنزیم‌ها برای فعالیت، به ترکیبات غیرپروتئینی احتیاج دارند که می‌تواند فلزی یا غیرفلزی باشد. از ویژگی‌های مهم آنزیم این است که پس از انجام واکنش، سالم باقی می‌ماند و قادر است واکنش بعدی را نیز تسریع کند. این عمل بارها و بارها تکرار می‌شود. در یک واکنش ساده آنزیمی، ابتدا آنزیم با پیش ماده ترکیب می‌شود و مجموعه «آنزیم – پیش ماده» را تشکیل می‌دهد. در مرحله بعد، با انجام واکنش روی پیش ماده، فرآورده حاصل می‌شود و سرانجام با جدا شدن فرآورده، آنزیم آزاد می‌شود.



(الف) از ترکیب دو پیش ماده یک مولکول فرآورده تولید می‌شود.



(ب) از تجزیه شدن یک مولکول پیش ماده، دو مولکول فرآورده تولید می‌شود.

هر آنزیم بر پیش ماده ویژه‌ای اثر دارد و فرآورده ویژه‌ای نیز تولید می‌کند. بنابراین هر آنزیم ساختار سه بعدی خاصی دارد که آن را برای انجام فعالیت کاتالیزگری مناسب می‌کند. در ساختار هر آنزیم، یک یا چند منطقه با ساختار فضایی ویژه برای اتصال به پیش ماده وجود دارد که «جایگاه فعال» نامیده می‌شوند. اگرچه می‌توان رابطه آنزیم و پیش ماده را مانند قفل و کلید تصور کرد، اما بدین معنی نیست که جایگاه فعال آنزیم ساختمانی ثابت و غیرقابل انعطاف دارد. در بعضی از آنزیم‌ها، جایگاه فعال فقط بعد از اتصال پیش ماده دقیقاً از لحاظ ساختار فضایی، مکمل آن می‌شود.

فعالیت هر آنزیم اختصاصی است. یعنی هر آنزیم بر پیش ماده خاصی اثر می کند. در عین حال، درجه های متفاوتی از تخصص یافتگی وجود دارد. بعضی از آنزیم ها نه تنها قادرند که روی یک پیش ماده مشخص اثر کنند، بلکه می توانند بر روی تمام موادی که دارای یک عامل شیمیایی هستند نیز مؤثر باشند؛ مثل شاه کلیدی که تمام قفل های دارای یک ویژگی خاص را باز می کند.

هر عاملی که بتواند اتصال پیش ماده به جایگاه فعال آنزیم را تسهیل کند، باعث افزایش سرعت واکنش می شود. اگر عاملی از اتصال پیش ماده به جایگاه فعال آنزیم جلوگیری کند، باعث کاهش سرعت واکنش می شود. برای مثال، بعضی از مواد در اشغال کردن جایگاه فعال آنزیم با مولکول های پیش ماده رقابت می کنند. در این شرایط به جای پیش ماده، مولکول دیگری به جایگاه فعال متصل می شود. در اثر بعضی از مواد و یا در شرایطی خاص، ممکن است ساختار سه بعدی جایگاه فعال تغییر کند و دیگر قادر به اتصال به پیش ماده نباشد. عواملی مثل دمای بالا و تغییرات شدید pH می توانند ساختار فضایی آنزیم را تغییر دهند.

در این آزمایش از زمان لازم برای لخته شدن شیر توسط آنزیم «رنین» به عنوان عاملی برای تعیین سرعت واکنش استفاده شده است. اساس انعقاد آنزیمی شیر به حساسیت پروتئین «کازئین» و حضور یون کلسیم بستگی دارد. در روش های متداول پنیرسازی، شیر با افزودن آنزیم های ویژه ای دلّمه می شود (تصویر پایین). در روش های سنتی از مایه پنیر استفاده می شود. مایه پنیر را از بخش چهارم معده نشخوارکنندگان (شیردان) در دوره شیرخوارگی تهیه می کنند. اثر منعقد کننده مایه پنیر مربوط به آنزیم رنین است که پروتئین کازئین را به صورت لخته در می آورد. این آنزیم در حضور یون کلسیم و در دمای بین  $5^{\circ}$ – $42^{\circ}$  درجه سلسیوس موجب تشکیل لخته رنین – کازئین و رسوب آن می شود.



اضافه کردن مایه پنیر به شیر و تشکیل لخته

## نکته‌های مهم انجام آزمایش

- قبل از شروع آزمایش تمام وسایل مورد استفاده را کاملاً تمیز کنید. زیرا احتمال تأثیر ناخالصی بر مولکول‌های پیش ماده و یا آنزیم وجود دارد که می‌تواند بر نتیجه آزمایش اثرگذار باشد.
- در طول آزمایش، دمای آب درون بشرها را کنترل کنید. زیرا پایین آمدن تدریجی دما بر سرعت واکنش تأثیر دارد و در نتیجه مدت زمان ثبت شده افزایش می‌یابد.
- برای انجام آزمایش، ترجیح دارد از شیر تازه فاقد مواد نگهدارنده و یا در صورت دسترسی نداشتن به شیر تازه، از شیر کم چرب با زمان ماندگاری کمتر استفاده کنید.
- رین را می‌توان به صورت محلول یا قرص تهیه کرد. با توجه به غلظت آنزیم که در راهنمای مصرف آن نوشته شده است، غلظت‌های مورد نیاز این آزمایش را تهیه کنید.
- با توجه به اینکه حداکثر زمان برای ثبت نتایج ۳ دقیقه در نظر گرفته شده، بهتر است ابتدا شرایط مورد نیاز برای انجام هر سه مرحله را آماده و سپس آنزیم را به شیر اضافه کنید. نظر به اهمیت سرعت عمل در انجام این آزمایش، دانش‌آموزان را گروه‌بندی و شرح وظایف آنان را از قبل مشخص کنید.

## پاسخ فعالیت‌ها و پرسش‌های کتاب

- ۱ اثر دما، غلظت آنزیم و غلظت پیش ماده روی فعالیت آنزیم چگونه است؟ چرا؟  
پاسخ: مرحله اول: در این مرحله غلظت پیش ماده و آنزیم ثابت و دما متغیر است. نتایج نشان می‌دهند که به تدریج با افزایش دما، زمان لازم برای تشکیل لخته کاهش می‌یابد. اما در محیط ۸۰ درجه سلسیوس آنزیم بی اثر است. نتیجه می‌گیریم که با افزایش دما و بیشتر شدن جنبش مولکولی، احتمال برخورد آنزیم و پیش ماده و در نتیجه سرعت واکنش افزایش می‌یابد. اما در دمای خیلی بالا که ساختار فضایی آنزیم تغییر می‌کند، آنزیم دیگر قادر به اتصال با پیش ماده و پیشبرد واکنش نیست.
- مرحله دوم: در این مرحله غلظت پیش ماده و دما ثابت و غلظت آنزیم متغیر است. نتایج نشان می‌دهند که به تدریج با افزایش غلظت آنزیم، زمان لازم برای لخته شدن کاهش می‌یابد. ممکن است در غلظت‌های خیلی کم هر چقدر هم که زمان بدهیم، لخته تشکیل نشود، زیرا برای شروع واکنش حداقلی از غلظت آنزیم مورد نیاز است.
- مرحله سوم: در این مرحله غلظت آنزیم و دما ثابت و غلظت پیش ماده متغیر است. با افزایش غلظت پیش ماده، به تدریج سرعت واکنش زیاد می‌شود تا نسبت مولکول‌های آنزیم و پیش ماده مساوی شود. اما بعد از اشباع شدن همه مولکول‌های آنزیم، سرعت واکنش ثابت می‌شود که به آن سرعت حداکثر می‌گویند.

چنانچه غلظت پیش ماده خیلی افزایش یابد، زمان بیشتری برای لخته شدن مورد نیاز است و یا حتی امکان دارد در غلظت های خیلی زیاد پیش ماده، تشکیل لخته کاملاً مشهود نباشد.

۲ چرا تنظیم دمای بدن از اهمیت خاصی برخوردار است؟

پاسخ: چون در بدن موجود زنده، هیچ واکنشی بدون دخالت آنزیم انجام نمی شود و آنزیم ها نیز که اغلب پروتئینی هستند، در دمای بالا فعالیت خود را از دست می دهند، بنابراین ثابت ماندن دمای بدن برای انجام واکنش های زیستی اهمیت بسیاری دارد.

## ارزشیابی

■ ارزشیابی فرایند: بخشی از نمره دانش آموزان به فعالیت های ایشان در اجرای آزمایش تعلق دارد که می تواند به همکاری مؤثر در گروه، دقت در اندازه گیری 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 غلظت معین از شیر یا رنین را بسازد. در بخش نظری می توانید از مبانی نظری آزمایش سؤال هایی مطرح کنید و از دانش آموز بخواهید، نتیجه آزمایش فرضی شما را پیش بینی و استدلال کند.

## آزمایش مشابه (جایگزین)

در صورت دسترسی نداشتن به آنزیم رنین می توان از آزمایش تأثیر آنزیم آمیلاز بزاق بر نشاسته هم استفاده کرد. برای انجام این آزمایش از دانش آموز بخواهید پنج میلی لیتر از بزاق خود را در یک ظرف کاملاً تمیز جمع آوری کند. سپس مشابه مراحل آزمایش، تأثیر رنین بر شیر را برای بررسی تأثیر آمیلاز بر نشاسته بازسازی کنید. برای بررسی تأثیر آنزیم از «معرف لوگول» استفاده کنید.

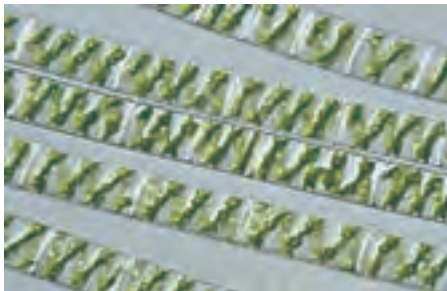
## ۶- مشاهده انواع پلاست در یاخته‌های گیاهی

### هدف‌های آزمایش

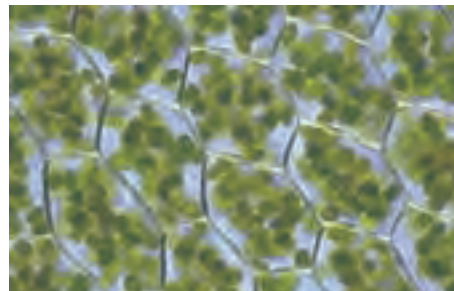
- مشاهده و شناسایی کلروپلاست (سبز دیسه)؛
- مشاهده و شناسایی کروموپلاست (رنگ دیسه)؛
- مشاهده و شناسایی آمیلوپلاست (نشادیه)؛
- بررسی مقایسه‌ای انواع پلاست‌ها از نظر ساختار و عملکرد.

### بر دانش خود بیفزایید

دیسه (پلاست‌ها، اندامک‌هایی دو غشایی و قرصی شکل در تمامی یاخته‌های فتوسنتزکننده گیاهی و تعدادی از آغازیان، از جمله جلبک‌ها هستند.



کلروپلاست در یاخته‌های جلبک سبز اسپروژیتر



کلروپلاست در یاخته‌های گیاهی

سه نوع اصلی و متفاوت پلاست بر اساس انواع رنگیزه‌ها و رنگ آنها قابل تشخیص است. همه انواع پلاست‌ها در بافت‌های گیاهی از اندامکی تمایز نیافته به نام «پروپلاست» (پیش پلاست) تشکیل شده است. این اندامک‌ها علاوه بر دخالت در تجمع و اندوختن مواد ذخیره‌ای، در انواع خاصی مثل کلروپلاست با انجام فتوسنتز و تولید مواد آلی، در بقای مصرف‌کنندگان نقش اساسی دارند.

پلاست‌های یاخته‌های گیاهی بالغ، برحسب ماهیت موادی که در خود ذخیره می‌کنند، انواع متفاوتی دارند که از جمله آنها می‌توان به «کلروپلاست» (ذخیره رنگدانه‌های فتوسنتزی و نشاسته)، «آمیلوپلاست» (ذخیره نشاسته)، «کروموپلاست» (ذخیره رنگیزه‌های کاروتنوئیدی) «پروتوپلاست» (ذخیره پروتئینی‌ها) و «اولئوپلاست» یا «لیئوپلاست» (ذخیره لیپیدها) و... اشاره کرد.



کلروپلاست‌ها (سبز دیسه)، کروموپلاست‌ها (رنگ دیسه) و پلاست‌هایی به نام لوکوپلاست (پلاست بی‌رنگ یا سفید پلاست) می‌توانند به‌طور موقت و برگشت‌پذیر، برحسب نوع ترکیبات ذخیره‌ای، به سایر پلاست‌ها مثل آمیوپلاست، پروتئوپلاست و اولئوپلاست تبدیل شوند. طی تمایز یاخته‌ها، گاه ماهیت پلاست‌ها تغییر می‌کند. برای مثال، در بعضی اندام‌ها، کلروپلاست یا آمیوپلاست‌ها به کروموپلاست‌ها تبدیل می‌شوند. با قرار دادن ریشه گیاه جو در مقابل نور، حجم زیادی از لوکوپلاست‌ها (پلاست‌های بی‌رنگ) با اثر نور به کلروپلاست‌هایی شبیه کلروپلاست‌های اندام‌های هوایی مبدل می‌شوند. اگر ریشه را به تاریکی برگردانند، اندازه کلروپلاست‌ها کاهش می‌یابد و کلروفیل خود را از دست می‌دهند. اما به جای بازگشت به حالت لوکوپلاست، با تجمع رنگدانه کاروتن، به کروموپلاست تبدیل می‌شوند.

### کروموپلاست‌ها

رنگ دیسه‌ها یا پلاست‌های رنگین، دارای رنگی‌های متنوع به غیر از رنگی‌های سبز فتوسنتزی هستند. این پلاست‌ها، ممکن است از کلروپلاست منشأ بگیرند. مثل تبدیل شدن پوسته سبز مرکبات به پوسته نارنجی رنگ و یا منشأ لوکوپلاستی داشته باشند؛ مثل ریشه هویج. باید توجه داشت، رنگدانه‌های کاروتنوئیدی علاوه بر کروموپلاست، در واکوئل‌ها نیز می‌توانند وجود داشته باشد، اما رنگی‌ه آنتوسیانین (رنگ بنفش) منحصراً در شیره واکوئلی یاخته‌ها وجود دارد و در کروموپلاست‌ها یافت نمی‌شود.



کروموپلاست‌های داخل سلول‌های بخش گوشتی میوه گوجه‌فرنگی



کروموبلاست‌های میله‌ای داخل سلول‌های بخش ذخیره‌ای ریشه‌ی هویج

### لوکوپلاست‌ها (سفید دیسه)

پلاست‌های بی‌رنگی که از پیش پلاست‌ها (پروپلاست‌ها) منشأ می‌گیرند، معمولاً در ذخیره‌انواعی از مواد غذایی دخالت دارند. این ویژگی سبب تبدیل آنها به آمیلوپلاست (نشاسته)، پروتئوپلاست و اولئوپلاست (لیپوپلاست) می‌شود.

### کلروپلاست (سبز دیسه)

جایگاه اصلی کلروپلاست در بخش‌های فتوسنتز کننده و سبز گیاه است و بیشترین تعداد آنها در «مزوفیل» (میان‌برگ) اسفنجی و زرده‌ای برگ‌ها مشاهده می‌شود. کلروپلاست اندامکی دوغشایی است که ماده‌ی زمینه‌ای به نام «استروما» را احاطه کرده است. گرانوم‌ها و تیغه‌های تیلاکوئیدی درون استروما قرار دارند. فتوسیستم‌ها در غشای تیلاکوئیدی، به دلیل داشتن رنگیزه‌های فتوسنتزی، محل به دام انداختن انرژی نورانی خورشید برای شروع واکنش‌های فتوسنتزی هستند.

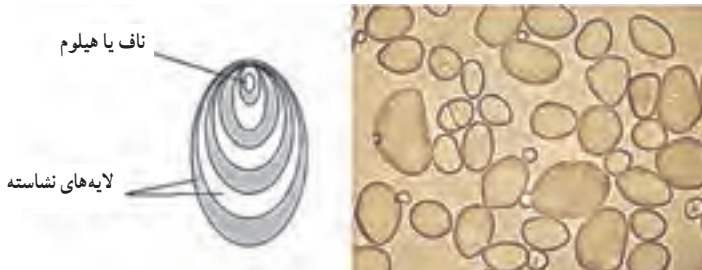
درون استروما، مولکول‌های ژنتیکی DNA، RNA و ریبوزوم‌ها مشاهده می‌شوند. همه‌ی فرایندهای مهم فتوسنتز (واکنش‌های وابسته به نور و مستقل از نور) در کلروپلاست انجام می‌شوند. طی واکنش‌های مرحله‌تاریکی یا مستقل از نور، با استفاده از فرآورده‌های مرحله‌ی وابسته به نور، محصول فتوسنتز یعنی قند ساخته می‌شود.



## پرشش‌ها و فعالیت‌های تکمیلی

۱ چه تفاوتی میان کلروپلاست با انواع کروموپلاست‌ها مشاهده کردید؟  
پاسخ: تفاوت در شکل، عملکرد و نوع رنگیزه‌ها

۲ آیا آمیلوپلاست‌ها قابل تشخیص هستند؟ چگونه؟  
پاسخ: آمیلوپلاست‌ها در دانه‌های حبوبات و غلات قابل تشخیص هستند.  
بزرگ‌ترین دانه‌های نشاسته در سیب‌زمینی مشاهده می‌شوند. برای مشاهده بهتر آمیلوپلاست‌ها می‌توان از محلول لوگول به عنوان معرف نشاسته استفاده کرد.



۳ در کدام یک از نمونه‌های مورد مطالعه کلروپلاست و کروموپلاست را هم‌زمان مشاهده کردید؟  
پاسخ: در انواع فلفل‌های دلمه‌ای می‌توان هر دو نوع را مشاهده کرد.

۴ با توجه به نتایج به دست آمده، توضیح دهید که علت تغییر رنگ میوه در هنگام رسیدن و یا برگ‌ها در فصل پاییز چیست؟  
پاسخ: در فصل پاییز به دلیل کاهش سنتز (ساخت) کلروفیل (سبزینه)، رنگیزه‌های کاروتنوئیدی بیشتر و بهتر مشاهده می‌شوند. هم‌زمان با کاهش نور و کاهش طول روز طی پاییز، با کاهش سنتز سبزینه، برگ‌ها به رنگ زرد، قرمز و نارنجی دیده می‌شوند.

تغییر رنگ ظاهری میوه‌ها هم‌هنگام رسیدن، به دلیل تبدیل پلاست‌ها به یکدیگر است. برای مثال، رنگ پوست مرکبات هنگام رسیدن، از سبز به نارنجی تغییر می‌کند (تبدیل کلروپلاست به کروموپلاست) و یا در تبدیل گوجه‌فرنگی سبز نارس به گوجه‌ای با رنگ قرمز این تغییر انجام می‌شود.



## ارزشیابی

- ارزشیابی فرایند: بخشی از نمره دانش آموز 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 دانش آموز بخواهید که:
  - کلروپلاست‌ها را در برشی از برگ گیاه درون یاخته‌های میان‌برگ با میکروسکوپ نوری مشاهده کند.
  - آمیلوپلاست‌های دانه‌های تعدادی از حبوبات، غلات و سیب‌زمینی را به کمک میکروسکوپ مشاهده و شکل دانه‌های نشاسته آنها را مقایسه کند.
  - ساختارهای بلوری (کریستالی) درون کروموپلاست‌های هویج و گوجه‌فرنگی را مشاهده کند.

## آزمایش‌های مشابه (جایگزین)

- یک عدد سیب‌زمینی را چند روز در مقابل نور قرار دهید و شاهد سبز رنگ شدن قسمت‌هایی از آن باشید (تبدیل آمیلوپلاست به کلروپلاست).
- تعدادی بذر (دانه) جو یا گندم را در تاریکی برویانید و پس از جوانه‌زنی و رشد ریشه‌چه، چند روز در روشنائی (نور) قرار دهید. سپس تعدادی از یاخته‌ها را زیر میکروسکوپ مشاهده و کلروپلاست‌ها را شناسایی کنید.

## ۷- آشنایی با کارکرد دستگاه عصبی

### هدف‌های آزمایش

- یادآوری دقت در اندازه‌گیری، مشاهده و ثبت نتایج؛
- آشنایی با محرک‌های حسی و توجه به تفاوت حساسیت گیرنده‌های حسی در شرایط و بخش‌های متفاوت بدن؛
- آشنایی با مفهوم انعکاس عصبی و مشاهده چند انعکاس.

### پیشینه آزمایش

دستگاه حسی بخشی از دستگاه عصبی است که ارزیابی اطلاعات حسی را بر عهده دارد و از گیرنده‌ها، مسیرها و مراکز عصبی حسی تشکیل شده است. اگر یک یاخته یا بخشی از آن بتواند محرک وارد بر خود را دریافت و اثر آن را به پیام عصبی تبدیل کند، آن یاخته را گیرنده حسی و هر عاملی را که بتواند گیرنده حسی را تحریک کند، یک محرک حسی می‌گویند.

پیام‌های حسی از طریق مسیرهای حسی به مراکز عصبی می‌رسند و در آنجا پردازش می‌شوند. نتیجه پردازش بسته به نوع اطلاعات حسی متفاوت است. به طور کلی بعد از ورود اطلاعات حسی و پردازش آنها، سه نوع پیام ممکن است شکل بگیرد:

- ۱ پیام‌هایی که به واکنش فوری منجر می‌شوند.
- ۲ پیام‌هایی که دستگاه عصبی نسبت به آنها سازش پیدا می‌کند.
- ۳ پیام‌هایی که وارد مسیرهای حافظه می‌شوند.

واکنش‌های فوری به صورت ارادی یا غیر ارادی انجام می‌شوند. فعالیت‌های خودکار (غیرارادی) بدن در پاسخ به محرک‌های حسی را که از طریق مسیرهای عصبی نسبتاً ساده انجام می‌شوند، «انعکاس عصبی» می‌گویند. در بدن فرد سالم، چندین انعکاس مغزی و نخاعی انجام می‌شود. بروز انعکاس بعد از اثر محرک حسی، نشان‌دهنده سلامت اعصاب حسی، مراکز حسی و اعصاب حرکتی است. در این آزمایش دانش‌آموزان، تأثیر محرک‌ها را بر گیرنده‌های حسی و تفاوت در حساسیت گیرنده‌ها و چند انعکاس عصبی را تجربه می‌کنند.

## نکته‌های ایمنی

- از تاباندن نورهای بسیار شدید به چشم خودداری کنید.
- از کاربرد پرگار نوک تیز و فشار دادن نوک آن روی پوست هنگام انجام آزمایش بپرهیزید.
- از آب داغ برای بررسی حساسیت گیرنده‌های دمای پوست استفاده نکنید.
- مراقب باشید، ضربه چکش بر زردپی زیر زانو محکم نباشد.

## مهارت‌های کلیدی

- مهارت کار با ابزارهایی مثل دماسنج و خط‌کش میلی‌متری؛
- ثبت مشاهده‌ها و ارائه گزارش.

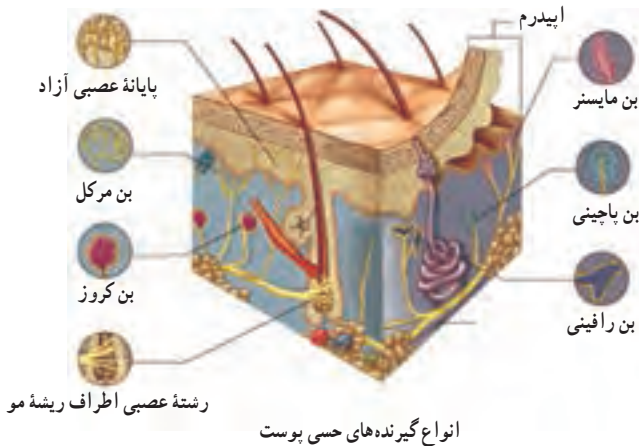
## بر دانش خود بیفزایید

گیرنده‌های حسی را به روش‌های گوناگون تقسیم بندی می‌کنند. مثلاً بر اساس نوع محرک، پنج گروه گیرنده‌های حسی وجود دارند که در جدول زیر نشان داده شده‌اند.

### انواع گیرنده‌های حسی در انسان

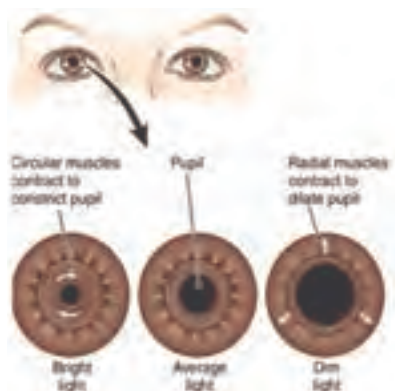
نوع گیرنده	محرک	مثالی از محل گیرنده
گیرنده‌های دمای	تغییرات دمای	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ گیرنده‌های سرما در پوست</li> <li>■ گیرنده‌های گرما در پوست</li> <li>■ گیرنده‌های دمای درون بدن به دمای خون حساس‌اند؛ مانند گیرنده‌های دما در هیپوتالاموس (مرکز اصلی تنظیم دما)</li> </ul>
گیرنده‌های درد	آسیب‌های بافتی	بیشتر بافت‌ها و اندام‌های بدن
گیرنده‌های مکانیکی	لمس، حرکت، فشار، کشش و ارتعاش	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ گیرنده‌های لمس در پوست</li> <li>■ گیرنده‌های فشار در پوست</li> <li>■ سلول‌های مژک‌دار در بخش تعادلی گوش حساس به حرکت</li> <li>■ سلول‌های مژک‌دار در بخش حلزونی گوش حساس به ارتعاش</li> <li>■ گیرنده‌های کششی در ماهیچه‌های اسکلتی حساس به تغییرات طول ماهیچه</li> <li>■ گیرنده‌های کششی در سرخرگ‌های بزرگ، مانند آنورت حساس به فشار خون</li> </ul>
گیرنده‌های نور	نور	سلول‌های استوانه‌ای و مخروطی شبکیه
گیرنده‌های شیمیایی	مواد شیمیایی	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ گیرنده‌های بو در بینی حساس به مولکول‌های بویار</li> <li>■ سلول‌های چشایی زبان حساس به مولکول‌های طعم‌دار</li> </ul>

هرگاه محرکی به غشای یاخته گیرنده حسی وارد می‌شود، باعث تغییر در نفوذپذیری و در نتیجه تغییر در پتانسیل الکتریکی غشای آن می‌شود که به «پتانسیل گیرنده» معروف است. در اثر تداوم اثر محرک حسی بر گیرنده، ابتدا فرکانس صدور پیام‌های حسی زیاد و سپس به تدریج کمتر شده و ممکن است به صفر نیز برسد. در این حالت، گیرنده با محرک تطابق پیدا کرده است. یعنی با وجود ادامه اثر محرک، تولید پیام حسی و در نتیجه درک حسی اتفاق نمی‌افتد. سرعت سازش گیرنده‌های مختلف به محرک‌ها متفاوت است. همچنین، میزان تراکم انواع گیرنده‌های حسی در قسمت‌های متفاوت بدن نیز فرق می‌کند. در شکل انواع گیرنده‌های حسی موجود در پوست نشان داده شده‌اند.



## الف) انعکاس نوری مردمک

چشم انسان دو ساز و کار برای تطابق با میزان نور محیط دارد. اولین واکنش چشم، تغییر قطر مردمک است که در کمتر از ثانیه اتفاق می‌افتد. مردمک چشم، سوراخی است که در وسط عنبیه قرار دارد. عنبیه دارای



واکنش عضلات شعاعی و حلقوی عنبیه در نور زیاد و کم

ماهیچه‌های حلقوی و شعاعی است. ماهیچه گشادکننده مردمک از رشته‌های شعاعی و ماهیچه تنگ‌کننده آن از رشته‌های حلقوی ساخته شده‌اند. هنگامی که نور به چشم می‌رسد، ماهیچه‌های حلقوی به صورت انعکاسی منقبض می‌شوند و مردمک تنگ می‌شود. اما در تاریکی، عضلات شعاعی منقبض می‌شوند و مردمک گشاد می‌شود.

روش دوم تطابق نوری چشم به علت نوعی واکنش شیمیایی است. در نور زیاد، مواد شیمیایی حساس به نور موجود در شبکیه تجزیه می‌شوند و در نتیجه، حساسیت به نور هم کاهش می‌یابد. اما تاریکی طولانی مدت باعث می‌شود که این مولکول‌های تجزیه شده دوباره به مولکول‌های حساس به نور تبدیل شوند و حساسیت به نور افزایش یابد.

### ب) تشخیص و تمایز دو نقطه از یکدیگر

همان‌طور که در بخش پیشینه آزمایش اشاره شد، انواع گیرنده‌های حس‌های پیکری و همچنین تراکم آنها در قسمت‌های گوناگون بدن متفاوت است. در نتیجه با وجود محرک یکسان، فرکانس پیام‌های حسی صادر شده از محل تحریک به مراکز عصبی و در نتیجه تشخیص و تمیز حسی متفاوت خواهد بود.

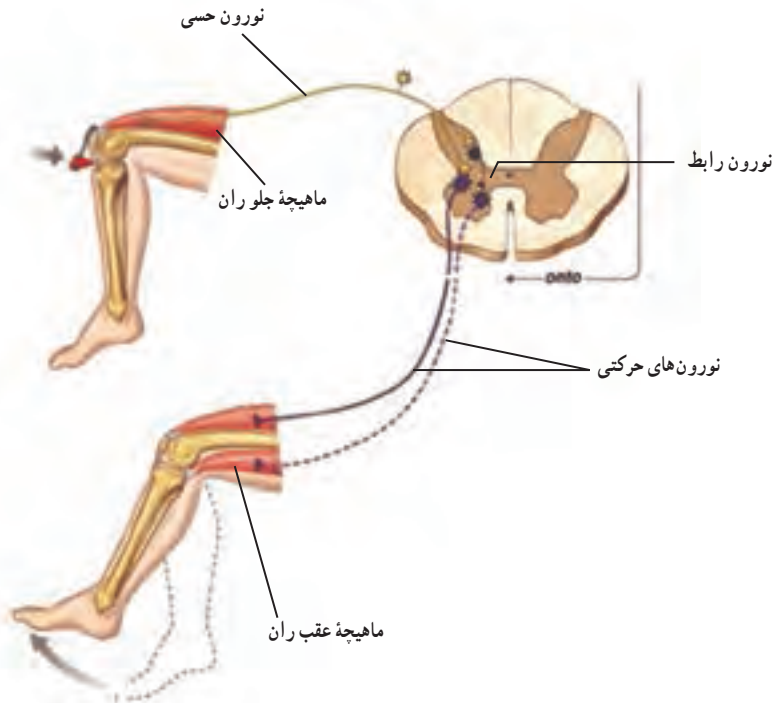
### پ) حساسیت گیرنده‌های دما در پوست

گیرنده‌های دما که جزء گیرنده‌های حس‌های پیکری هستند، به دو گروه گیرنده‌های سرما و گرما تقسیم می‌شوند. این گیرنده‌ها خیلی زود تطابق پیدا می‌کنند. اما در دماهای خیلی بالا و پایین که به احساس درد منجر می‌شوند، نه تنها سازش پذیر نیستند، بلکه در صورت تداوم محرک، حساسیت بیشتری نیز پیدا می‌کنند. در این آزمایش ابتدا اختلاف دما در هر دو دست به وضوح قابل تشخیص است. اما به مرور که گیرنده‌ها تطابق پیدا می‌کنند، این اختلاف دمایی از نظر فرد مورد آزمایش کمتر می‌شود. وقتی فرد هر دو دست خود را در آب ولرم قرار می‌دهد، دستی که در آب سرد قرار داشته، احساس گرما و دستی که در آب گرم قرار داشته، احساس سرما می‌کند که باز هم به مرور زمان از شدت این حس‌ها کاسته می‌شود. در مرحله بعد که فرد یک دست خود را تا مچ و از دست مقابل فقط یک انگشت را در آب هم دما قرار می‌دهد، در دستی که تا مچ در آب قرار گرفته است، احساس دمایی قوی تری نسبت به دست مقابل دارد. مثلاً آب ظرف را گرم تر یا سردتر حس می‌کند. وقتی هم که هر دو را در آب ولرم قرار می‌دهد، باز هم دستی که تا مچ در آب قرار داشته است، احساس اختلاف دمایی بیشتری دارد.

### ت) انعکاس جهش زانو

این انعکاس از انعکاس‌های نخاعی بدن است. با وارد کردن ضربه به زردپی زیر زانو و کشیده شدن ماهیچه روی ران، گیرنده‌های کششی موجود در ماهیچه تحریک می‌شوند و پیام حسی به نخاع مخابره می‌شود. در نخاع، نورون حسی با نورون بینابینی (رابط) و نورون بینابینی با نورون حرکتی همان ماهیچه «سیناپس» می‌دهد. سیناپس بین نورون بینابینی و نورون حرکتی یک سیناپس تحریکی است و نتیجه آن انقباض ماهیچه

روی ران و حرکت ساق پا به سمت جلوسست. این انعکاس با منقبض کردن عضله، از کشیدگی بیش از حد آن جلوگیری می‌کند. در اثر یک سیناپس مهاری به طور هم‌زمان ماهیچه پشت ران شل می‌شود.



مسیر انتقال پیام‌های حسی و حرکتی در انعکاس جهش زانو

## نکته‌های مهم انجام آزمایش

- چشم‌های دارای رنگ روشن، آزمایش انعکاس نوری مردمک را بهتر نشان می‌دهند.
- توجه داشته باشید که میزان فشار نوک پرگار به همه قسمت‌ها یکسان باشد.
- در هنگام انجام آزمایش مربوط به حساسیت گیرنده‌های دما، بین دو مرحله آزمایش چند دقیقه فاصله زمانی را رعایت کنید یا فرد دیگری مرحله دوم را انجام دهد.

## پاسخ فعالیت‌ها و پرسش‌های کتاب

۱ تغییرات قطر مردمک را گزارش کرده و در مورد علت آن تحقیق کنید.

پاسخ: در نور کم، مردمک گشاد و در نور زیاد مردمک تنگ می‌شود. علت آن انعکاس نوری مردمک است که بخشی از سازوکار تطابق نوری کره چشم است و باعث می‌شود که در شرایط متفاوت میزان نور محیط، مقدار مناسب نور به کره چشم وارد شود.

۲ قدرت تمیز بین دو نقطه در کدام مناطق بدن بیشتر است؟ چرا؟

پاسخ: در مناطقی مثل نوک انگشتان و لب‌ها قدرت تمیز بیشتر است. یعنی فرد مورد آزمایش قادر است که فاصله‌هایی کمتر از دو نوک پرگار را از یکدیگر به طور مجزا تشخیص دهد. اما در مناطقی مثل کمر و پشت قدرت تمیز کمتر است. در این مناطق فرد فاصله‌های نزدیک دو نوک پرگار را به صورت یک نقطه تحریک گزارش می‌کند. علت این موضوع، تراکم گیرنده‌ها در مناطق متفاوت پوست و همچنین میزان حساسیت آنهاست.

۳ از مشاهدات خود در آزمایش حس دما چه نتیجه‌ای گرفتید؟

پاسخ: از این آزمایش می‌توان نتیجه گرفت که: ۱- گیرنده‌های دما سرعت تطابق بالایی دارند. ۲- در مورد گیرنده‌های دما پدیده‌ای به نام «تجمع فضایی» وجود دارد. یعنی اگر تعداد بیشتری از گیرنده‌های دما به طور هم‌زمان تحریک شوند، درک تفاوت‌های جزئی ما بهتر اتفاق می‌افتد.

۴ چرا شدت پاسخ انعکاس زردپی زیر زانو در افراد مختلف، متفاوت است؟ در این مورد تحقیق کرده و گزارش دهید.

پاسخ: در مغز نورون‌های خاصی وجود دارند که به نورن‌های حرکتی - نخاعی پیام‌های تسهیل‌کننده می‌فرستند و باعث می‌شوند، گیرنده‌های کششی موجود در ماهیچه‌ها تحریک شوند و در نتیجه، انعکاس‌های کششی مثل انعکاس جهش زانو راحت‌تر انجام شوند. این پیام‌های تسهیل‌کننده در شرایطی مثل هیجان، اضطراب و... بیشتر می‌شوند. به همین دلیل شدت پرش ساق پا به سمت جلو می‌تواند در ارزیابی بالینی میزان اضطراب به عنوان شاخص مورد استفاده قرار بگیرد.

## 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 به طور کامل انجام دهد. در بخش نظری می‌توانید از مبانی نظری آزمایش سؤال‌هایی مطرح کنید و از دانش آموز بخواهید نتیجه آزمایش فرضی شما را پیش بینی 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 همه مدارسها امکان پذیر است و آزمایش جایگزین پیشنهاد نمی‌شود.



## ۸- مراحل رشد مگس سرکه و بررسی صفت‌های ظاهری آن

### هدف‌های آزمایش

- آشنایی با چرخه زندگی حشره‌ها و مشاهده مراحل رشد مگس سرکه؛
- دقت در ویژگی‌های ظاهری جمعیت مگس‌های سرکه؛
- بررسی انواع صفت‌های مگس سرکه و تشخیص صفت‌های جدید در جمعیت؛
- بررسی تغییر فراوانی صفت‌های نسبت به جمعیت اولیه.

### پیشینه آزمایش

پس از مطالعات مندل روی نخود فرنگی و طرح قوانین وراثت تحت عنوان قوانین «مندل»، پروفیسور مورگان (Morgan) برای اولین بار بررسی‌های خود را روی مگس سرکه آغاز کرد. از آن پس، مگس سرکه ابزار بسیار مناسبی در مطالعات آموزشی و تحقیقات ژنتیک تشخیص داده شده، دلایل این امر عبارت‌اند از:

۱ به علت جثه کوچک مگس سرکه، نگهداری و تکثیر آن بسیار ساده است، علاوه بر این، به سادگی می‌توان محیط کشت لازم برای مگس سرکه را فراهم کرد. در محیط کشت معمولاً از ذرت یا آرد گندم به عنوان منبع نیتروژن، از گلوکز یا شکر به عنوان منبع کربن و از اسید پروپیونیک به عنوان ماده ضد کپک استفاده می‌شود. به منظور نیمه جامد کردن محیط کشت مگس سرکه معمولاً «آگار» مورد استفاده قرار می‌گیرد. بهترین درجه حرارت محیط برای مگس سرکه، ۲۵ درجه سانتی‌گراد است که فراهم کردن این درجه حرارت به راحتی امکان‌پذیر است.

۲ تعداد زاده‌های مگس سرکه زیاد است و تعداد زیاد زاده‌ها، اثبات بسیاری از قوانین ژنتیک را آسان‌تر می‌کند. در محیط کشت، یک مگس سرکه ماده از دومین روز خروج از شفیره، شروع به تخم‌گذاری می‌کند و تعداد تخم‌گذاری‌ها به مدت یک هفته هر روز افزایش می‌یابد تا آنکه به ۵۰ تا ۷۰ تخم در روز می‌رسد. مگس سرکه ماده در مدت ۱۰ روز، ۵۰۰-۴۰۰ تخم می‌گذارد.

۳ چرخه زیستی مگس سرکه نسبتاً کوتاه است و در شرایط مناسب بین ۱۲ تا ۱۴ روز طول می‌کشد.

## نکته‌های ایمنی

- دقت کنید مگس‌های سرکه در محیط آزاد نشوند.
- برای انجام مرحله بیهوش کردن مگس‌ها، حتماً از ماسک استفاده کنید. این مرحله باید زیر هود انجام شود.

## مهارت‌های کلیدی

- داشتن سرعت عمل در جابه‌جا کردن مگس‌ها برای جلوگیری از آزاد شدن آنها در محیط؛
- دقت در ثبت مشاهده‌ها (اندازه، شکل، رنگ، جنسیت و سایر ویژگی‌های ظاهری مگس سرکه).

## بر دانش خود بیفزایید

- انواع مگس سرکه بر اساس ویژگی‌های ظاهری عبارت‌اند از:
- ۱ نوع وحشی (Wild Type): بدن زرد روشن و رنگ چشم قرمز است.
  - ۲ نوع ابونی (Ebony Type): رنگ بدن سیاه براق و بسیار تیره‌تر از نوع وحشی و رنگ چشم قهوه‌ای است.
  - ۳ نوع سپیا (Sepia Type): رنگ چشم ابتدا متمایل به قرمز و براق است که به تدریج به رنگ قهوه‌ای سوخته و در نهایت سیاه در می‌آید.
  - ۴ نوع سفید (White Type): رنگ چشم سفید برفی است.
  - ۵ نوع وستیجیال (Vestigial Type): بال تحلیل رفته و کوتاه است.



انواع مگس سرکه

سلول تخم مگس سرکه، بیضی شکل است و از یک لایه مقاوم نازک به نام «کوریون» پوشیده شده است. در انتهای سلول تخم دو زائده به نام «بال‌های آبی» وجود دارد. این دو زائده که انتهای پهن دارند، مانع فرو رفتن سلول تخم به داخل محیط کشت می‌شوند. این سلول منفذی به نام «میکروپیل» دارد که اسپرماتوزوئید از آن وارد می‌شود. سلول تخم لقاح یافته، از طریق لوله تخمک بر مگس سرکه ماده به رحم می‌رسد. تغییر و تحول تخم بلافاصله بعد از لقاح آغاز می‌شود. این تغییرات دو دوره دارند:

الف) دوره جنینی: این دوره از لحظه لقاح تخم آغاز می‌شود و تا موقع خروج لارو جوان از تخم ادامه دارد.

ب) دوره بعد از جنینی: این دوره از موقع خروج لارو جوان از تخم آغاز می‌شود و خود شامل سه مرحله است:

۱) **مرحله لاروی:** در این مرحله رشد سریع است و لارو تغذیه زیادی دارد.

۲) **مرحله شفیره:** در این مرحله اندام‌ها و بافت‌های اصلی مگس سرکه به تدریج ظاهر می‌شوند.

۳) **مرحله بلوغ:** این مرحله با دوره فعالیت جنسی آغاز می‌شود.

لارو مگس سرکه، کرمی شکل، بند بند و سفید رنگ است و در ناحیه سر آن قلاب آرواره‌ای به رنگ سیاه دیده می‌شود. تنفس لارو از طریق لوله‌های تنفسی انجام می‌شود. لارو دارای یک جفت عضو یا لوله تنفسی است که توسط دو منفذ پیشین و دو منفذ پسین به خارج راه دارند.

از آنجا که پوشش بدن لارو از جنس «کوتیکول» است و خاصیت ارتجاعی ندارد، لارو جوان برای اینکه رشد کند، پوست اندازی می‌کند. لارو را بین دو پوست اندازی «اینستار» می‌گویند. اولین اینستار از زمان خروج لارو از تخم تا نخستین پوست اندازی است. اینستار دوم از پوست اندازی نخست تا پوست اندازی دوم است. و بعد از اینستار دوم، اینستار سوم شروع می‌شود. در این مرحله است که لارو حداکثر اندازه را دارد و برای ورود به مرحله شفیره آماده می‌شود. قبل از مرحله شفیره، لارو به طرف مکانی نسبتاً خشک می‌خزد و از محیط کشت بیرون می‌آید. سپس از حرکت باز می‌ایستد و منفذ تنفسی پیشین آن تغییر شکل می‌دهد.

در مرحله شفیره، پس از منشعب شدن و تغییر شکل منافذ پیشین، بدن لارو کوچک‌تر و پوشش بدن آن سخت و قهوه‌ای رنگ می‌شود. در این مرحله ابتدا بافت‌های مرحله لاروی از بین می‌روند و تخریب می‌شوند و به جای آن اندام‌ها و بافت‌های مگس سرکه، از جمله سر، چشم‌ها و زوائد حرکتی و غیر حرکتی به تدریج شکل می‌گیرند.



مراحل چرخه زندگی مگس سرکه

چرخه زندگی مگس سرکه در شرایط محیطی مناسب از نظر مواد غذایی و درجه حرارت، ۱۴ روز طول می کشد. در مرحله بلوغ، مگس فعالیت جنسی خود را شروع می کند. جدول زیر زمان بندی مراحل چرخه زندگی مگس سرکه را نشان می دهد.

مراحل چرخه زندگی مگس سرکه در شرایط مناسب

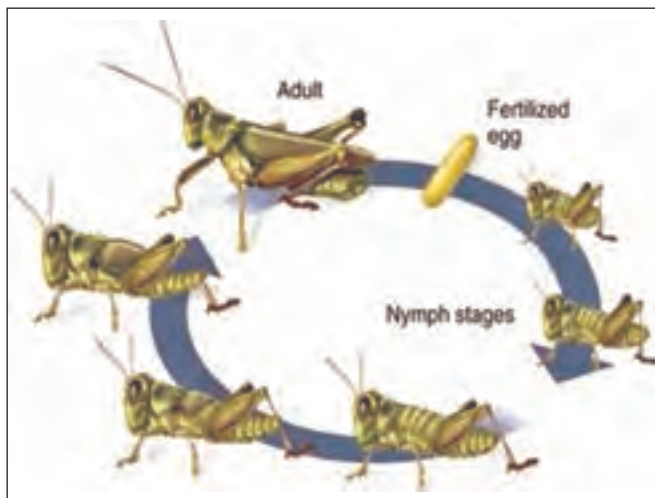
مرحله	زمان
سلول تخم	-
اینستار اول	روز اول
اینستار دوم	روز سوم
اینستار سوم	روز پنجم
ایجاد شفیره	در روزهای هفتم تا نهم
دگردیسی و ایجاد حشره کامل	بین روزهای دوازدهم تا چهاردهم

دگردیسی مگس سرکه از نوع کامل است. در این نوع دگردیسی، نوزادی که از تخم خارج می شود، هیچ شباهتی به حشره بالغ ندارد که به آن لارو گفته می شود. لارو بعد از رسیدن به حداکثر رشد به شفیره و سپس به حشره کامل تبدیل می شود. اما در نوع دیگری از دگردیسی که به آن ناقص گفته می شود، نوزاد خارج شده از تخم به حشره بالغ شباهت زیادی دارد و در طول رشد و نمو بعضی از اندام هایش تشکیل یا کامل می شوند.

چرخه زندگی دروزوفیلا ملانوگاستر



الف) دگردیسی کامل در مگس سرکه



ب) دگردیسی ناقص در ملخ

تشخیص جنس نر و ماده مگس سرکه بسیار آسان و با ذره بین یا میکروسکوپ استریو امکان پذیر است : جنس نر : کوچک تر، تیره تر (این ویژگی خیلی تشخیصی نیست، یعنی همیشه نمی توان بر پایه رنگ بدن به آسانی نر و ماده را متمایز کرد) و دارای نوار تیره پهن در بند انتهایی بدن و نقطه ای سیاه در «پدیالپ» ( که شانه

جنسی نام دارد) است. انتهای بدن بیضی شکل و شکم دارای پنج بند است.  
 جنس ماده: بزرگ تر، روشن تر، نوار تیره انتهای نازک تر، انتهای بدن نوک تیز و نیزه مانند، شکم هفت بند و فاقد شانه جنسی است (شکل ۲۸).



مگس سرکه نر (چپ) و ماده (راست)

## نکته‌های مهم انجام آزمایش

- دقت کنید که درون شیشه حتماً از هر دو جنس مگس به دام افتاده باشد.
- بهترین میوه برای جلب مگس‌های سرکه، موز رسیده است.
- حتماً قبل از نسل‌گیری از مگس‌های سرکه، ویژگی‌های ظاهری آنها را یادداشت کنید.

## پاسخ فعالیت‌ها و پرسش‌های کتاب

۱ نسبت مگس‌های نر به ماده را در جمعیت مورد بررسی به دست آورید.  
 پاسخ: این نسبت باید یک به یک باشد و هر چقدر تعداد زاده‌ها بیشتر باشد، نسبت به دست آمده به این عدد نزدیک تر خواهد بود.

۲ کدام یک از صفات والدین در جمعیت نوزادان بیشتر مشاهده می‌شود؟  
 پاسخ: رنگ زرد تیره، چشم‌های قرمز و بال با اندازه طبیعی و مسطح، فراوان‌ترین صفت‌های قابل مشاهده هستند.

۳ آیا صفت جدیدی در جمعیت زاده‌ها مشاهده شد؟ آنها را گزارش دهید.  
 پاسخ: صفت‌های جهش یافته، مثل چشم سیاه، چشم سفید، بال تحلیل رفته، بدن سیاه و سر بدون چشم قابل گزارش هستند.

## 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.

## ۹- کرک‌های گیاهی

### هدف‌های آزمایش

- مشاهده و تشخیص انواع کرک‌ها در گیاهان؛
- تشخیص کرک‌های محافظتی و ترشچی؛
- بررسی نوع ترکیبات در کرک‌های ترشچی و ویژگی‌های آنها.

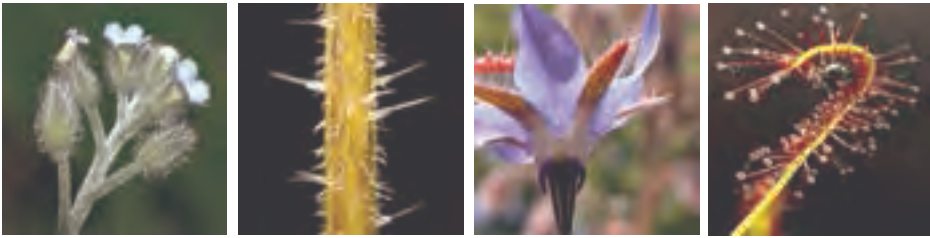
### بر دانش خود بیفزایید

همه زائده‌های یاخته‌های روپوستی که ممکن است به صورت تک‌یاخته‌ای یا چندیاخته‌ای دیده شوند، «کرک» (تریکوم) نام دارند. این زائده‌ها از یاخته‌های روپوستی منشأ گرفته‌اند و معمولاً دارای دیوارهٔ نخستین هستند. ولی گاه دیوارهٔ بسین هم دارند. کرک از تقسیم شدن یا رشد طولی ساختهٔ روپوست به وجود می‌آید. کرک‌ها علاوه بر حفاظت از روپوست در برابر تابش مستقیم آفتاب، گرما و خشکی، می‌توانند دارای عملکرد ترشچی باشند (کرک‌های غده). کرک‌ها می‌توانند تک‌یاخته‌ای یا چندیاخته‌ای باشند. بر این اساس، کرک‌ها بر اساس نقش خود در دو گروه تقسیم‌بندی می‌شوند:

کرک‌های پوششی یا محافظ که به عنوان پوششی ثانوی روی اپیدرم ظاهر می‌شوند، گیاه را در برابر عوامل نامساعد محیطی، مثل گرمای زیاد و خشکی شدید، حفظ می‌کنند و مانع تبخیر آب می‌شوند. در مناطق خشک و گرم، تراکم کرک‌های پوششی گیاهان بسیار زیاد است. آنها پوششی نمدی را در سطح اندام‌ها ایجاد می‌کنند تا خود را از تابش مستقیم نور خورشید حفظ کنند. با مسن شدن اندام‌ها، کرک‌های پوششی به تدریج از بین می‌روند. این امر به دلیل چوب‌پنبه‌ای شدن اندام‌های مسن رخ می‌دهد. کرک‌های پوششی تنوع شکلی بسیار زیادی دارند. برای مثال، انواع تک سلولی ساده در گل‌برگ‌های گل سرخ و کلالهٔ زعفران، انواع تک سلولی منشعب در شب بوئیان، مثل قدومه و کیسه کشیش، انواع چندیاخته‌ای منشعب مطبق در اسطوخودوس و گل ماهور و انواع چندیاخته‌ای منشعب سبزی شکل در سنجد. کرک‌های ترشچی اهمیت پوششی ندارند، بلکه انواع ترکیبات را ترشح می‌کنند.

استفاده از کرک‌ها در رده‌بندی اهمیت دارد و بر این اساس برخی خانواده‌های گیاهی را به سادگی می‌توان از روی انواع کرک آنها مشخص کرد.

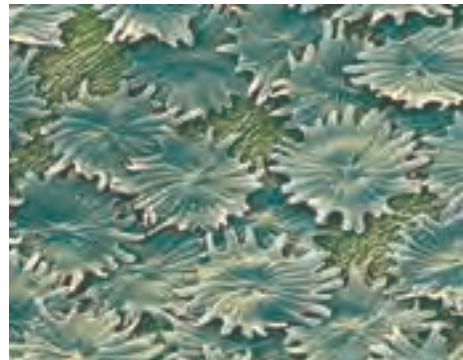




### کرک‌های غیر غده‌ای

کرک‌های یک‌ردیفی، تک‌یاخته‌ای ساده و یا چندیاخته‌ای اند که غالباً غیرمسطح هستند. این نوع کرک‌ها در خانوادهٔ برگ‌بو، توت، گندم، جو، شمعدانی و پنبه دیده می‌شوند.

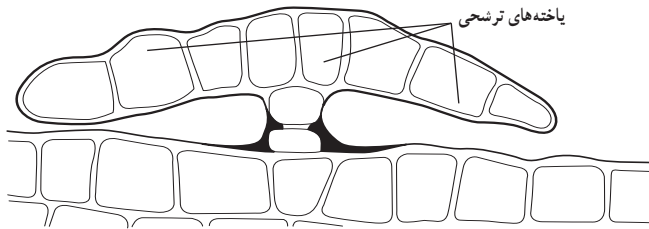
۱ کرک‌های فلسی: این کرک‌ها به صورت پراکنده در روی پوست قرار دارند و چندیاخته‌ای هستند. در صورت بدون پایه بودن، «کرک فلسی» و در صورت پایه‌دار بودن، «کرک سپری» نامیده می‌شوند. این نوع کرک‌ها در گیاه زیتون دیده می‌شوند.



۲ کرک‌های چندیاخته‌ای ستاره‌ای: شکل‌های ستاره‌ای آن به وضوح قابل تشخیص‌اند. این نوع کرک در گیاه سنجد دیده می‌شود.

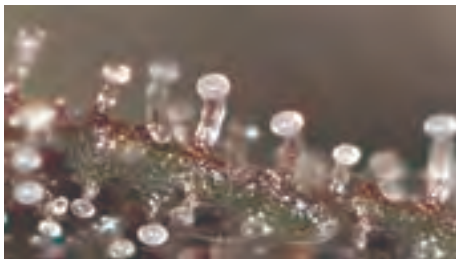


۳ کرک‌های T شکل: یاخته انتهایی این نوع از کرک‌ها، بلند و کم و بیش افقی و پایه آن متشکل از یک یاخته‌ای، یا یک ردیف چند یاخته‌ای است. این نوع از کرک‌ها در گیاه گون دیده می‌شوند.



### کرک‌های غده‌ای

این نوع کرک‌ها غده‌ای شکل هستند و در ترشح مواد متفاوت، مثل محلول‌های نمکی و قندی (شهد)، لیپید و پلی‌ساکارید نقش دارند. تقریباً در همه کرک‌های غده‌ای، یاخته‌های آندودرمی زیر یاخته‌های ترشچی قرار دارند. یاخته‌های آندودرمی، مانع از برگشت محلول ترشح شده به گیاه از مسیر آپوپلاستی می‌شوند.



۱ کرک‌های ترشح‌کننده نمک: این نوع کرک دارای یک یاخته ترشچی بزرگ در نوک و پایه باریک یک یا چند یاخته‌ای است. آن را می‌توان در گیاه اتریپلکس مشاهده کرد. «میان یاخته» نمک را درون واکوئل بزرگی ترشح می‌کند. یاخته ترشچی با افزایش سن برگ، خشک می‌شود و محتویات نمک روی سطح برگ می‌ماند و لایه پودری سفید رنگی می‌سازد.

۲ کرک‌های ترشح‌کننده مواد قندی (شهد): کرک‌های کاسه گل و جام گل در گیاه لادن و کرک‌های موجود در گوشوارک‌های گیاه باقلا از این نوع‌اند. میان‌یاخته در مرحله ترشح بسیار غلیظ است و یاخته دارای شبکه آندوپلاسمی و گلژی فراوان است.

۳ کرک‌های ترشحي موسيلاژ: اين نوع کرک در نيام برگ گیاه ترشک دیده می‌شود. موسيلاژ ترشحي عمدتاً پلی‌ساکارید است و کیسه گلزی در ترشح دخالت دارد. موسيلاژ تراوش شده در فضای دیواره یاخته و کوتیکول، تجمع می‌یابد و با سوراخ شدن کوتیکول، موسيلاژ به سطح می‌ریزد. ترشح موسيلاژ را می‌توان در غده‌های گیاهان گوشت‌خوار مشاهده کرد.

۴ کرک‌های ترشح‌کننده مواد چربی‌دوست: از جمله این نوع کرک‌ها می‌توان به غده‌های ترشحي روغن‌های اسانس در خانواده نعنا اشاره کرد. این کرک‌ها شامل یاخته‌های قاعده‌ای، پایه یک ردیفی با یک یا چند یاخته بلند و سر باریک با چند یاخته ترشحي است. در این یاخته‌ها، گلژی، شبکه آندوپلاسمی و واکوئل فراوانی وجود دارد.

۵ کرک‌های ترشح‌کننده مواد چسبناک: این کرک‌های غده‌ای معمولاً سر چندیاخته‌ای دارند که گاه پایه‌دار و گاه فاقد پایه‌اند. ماده چسبناک ترشحي مخلوطی از «ترین»‌ها و موسيلاژها است که معمولاً با تخریب سریع «کوتیکول» به سطح غده می‌رسند و ترشح تا مدت طولانی ادامه می‌یابد. این نوع از کرک‌ها را در گیاهانی مثل یاس بنفش، رز، شاه بلوط، توسکا و قهوه مشاهده کرد.

۶ کرک‌های گزنده: این نوع از کرک‌های غده‌ای بسیار تخصص‌یافته‌اند و دارای یک یاخته بلند با قاعده کیسه‌ای پهن یا باریک و انتهای سوزنی هستند. قاعده پهن با یاخته‌های روپوستی احاطه شده است. با لمس کردن کرک‌ها، نوک گرد یا تیز آنها شکسته می‌شود و محتویات با ورود به «پوست» سبب التهاب پوستی می‌شود. این نوع از کرک‌ها را می‌توان در گیاهان خانواده «فرفیون» و در گیاه گزنه مشاهده کرد.

## پاسخ فعالیت‌ها و پرسش‌های تکمیلی

۱ برگ کدام گیاه، کرک نگهبان دارد؟  
پاسخ: برگ بیدی، سنجد و زیتون

۲ برگ کدام گیاه، کرک ترشحي دارد؟  
پاسخ: شمعدانی و نعنا

۲ با مالش دادن برگ گوجه‌فرنگی، بوی بیشتری احساس می‌شود در حالی که مالش برگ اکالیپتوس تغییر زیادی در بوی آن ایجاد نمی‌کند. چرا؟  
 پاسخ: برگ گوجه‌فرنگی دارای کرک‌های فراوان است که با مالش برگ آن، نوک بسیاری از کرک‌ها باز و ترشحات معطر آن خارج می‌شود.

## 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:  
 ■ غیر از گیاهان نام‌برده در آزمایش، کرک‌ها را در برگ گیاهان دیگری که در اختیار او قرار داده‌اید، مشاهده و نوع آنها را تشخیص دهد.
- کرک‌های سطح برخی میوه‌ها که در اختیار او قرار داده‌اید را زیر میکروسکوپ مشاهده کند.

## آزمایش‌های مشابه (جایگزین)

- از کرک‌های سطحی میوه کیوی و هلو، نمونه‌ای برداشت و زیر میکروسکوپ مشاهده کنید. آنها را با کرک‌های سطحی که قبلاً مشاهده کرده‌اید، مقایسه کنید.
- در گیاه شمعدانی کرک‌های موجود در سطح برگ، دم‌برگ و ساقه گیاه را زیر میکروسکوپ مشاهده و مقایسه کنید.
- کرک‌های برگ گیاه گزنه را زیر میکروسکوپ مشاهده و تحقیق کنید این کرک‌ها دارای چه نوع ترکیبی هستند و این ترکیب چه نقشی برای گیاه دارد؟

## ۱۰- رویش دانه

### هدف‌های آزمایش

- مقایسه ساختار دانه در گیاهان تک لپه و دولپه؛
- بررسی چگونگی رویش دانه؛
- بررسی اثر شوری به عنوان یکی از عوامل محیطی بر رویش دانه گندم و عدس.

### بر دانش خود بیفزایید

تخمک پس از لقاح تغییراتی را متحمل می‌شود و به دانه تبدیل می‌شود و تخمدان به میوه حقیقی نمو می‌یابد. یک دانه بالغ شامل یک رویان در داخل، مواد اندوخته‌ای و پوسته محافظ است. دانه‌ها دارای اندازه، شکل و رنگ متفاوت هستند. دانه‌ها در اندازه‌ای معادل ذرات خاک، مثل دانه گیاه ثعلب و یا بسیار بزرگ، مثل نارگیل موجودند. دانه‌ها در شکل‌های بیضوی، کروی، استوانه‌ای و با سطح صاف، چروکیده، شیاردار، مشبک یا غده‌ای و... دیده می‌شوند.



در چرخه زندگی یک گیاه، دانه ممکن است فعالیت متابولیکی نداشته و وارد مرحله خفتگی شده باشد، دانه در شرایط مناسب محیطی و درونی گیاه جوانه می‌زند. پس از لقاح، پوش (پوسته)‌های احاطه‌کننده تخمک، تغییراتی را طی می‌کنند و به پوسته دانه تبدیل می‌شوند. پوسته دانه ممکن است دو پوششی یا تک پوششی باشد.

## تخمک‌های دو پوسته‌ای

این تخمک‌ها در اعضای تک لپه‌ای‌ها و پرگلبرگ‌ها دیده می‌شوند. در واقع در این گیاهان هر تخمک دارای دو پوشش است. هر پوشش خود از تعدادی لایه تشکیل شده است.

(الف) پوشش بیرونی: این پوشش خود دارای سه منطقه مشخص تمایز یافته است:

۱ اپیدرم بیرونی: از یک لایه متشکل از یاخته‌هایی با دیواره ضخیم ساخته شده است که به طور شعاعی کشیده و طولیل شده‌اند (مثل فیبرهای کتان).

۲ منطقه میانی: این ناحیه از چهار تا پنج لایه یاخته‌های رنگیزه‌دار با دیواره ضخیم تشکیل شده که با نشاسته و تانن پر شده است.

۳ اپیدرم درونی: درونی‌ترین منطقه متشکل از یاخته‌های تا حدی طولیل و دارای تزئینات صفحه مانند روی دیواره است. این یاخته مفادیر فراوانی ذرات نشاسته دارد و لایه حاشیه‌دار دانه را تشکیل می‌دهد.

(ب) پوشش درونی: این پوشش خود دارای چهار منطقه کاملاً مشخص تمایز یافته است:

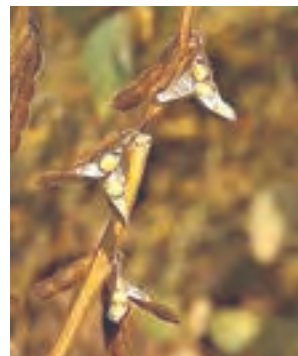
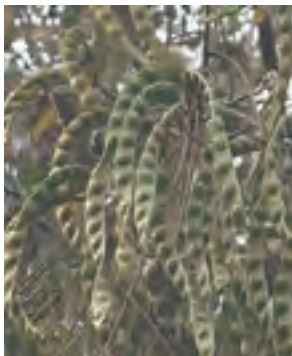
۱ لایه نردبانی بیرونی: یک لایه از یاخته‌هایی که به صورت شعاعی قرار گرفته‌اند.

۲ منطقه درونی رنگیزه‌دار: این بخش متشکل از چهار تا پنج لایه است و یاخته‌های آن دارای رنگیزه‌های متنوع هستند که رنگ پوسته دانه را ایجاد می‌کنند.

۳ منطقه درونی بدون رنگ: بخشی را شامل می‌شود که زیر قسمت رنگیزه‌دار قرار دارد و از ۹ تا ۱۰ یاخته متراکم تشکیل شده است.

۴ لایه حاشیه‌دار: درونی‌ترین لایه که از یاخته‌های طولیل به صورت شعاعی ساخته شده است.

اعضای خانواده گیاهان کدو، چلیپائیان و لگومینوز (نیام‌داران) دارای تخمک‌های دو پوسته‌ای هستند.



نیام‌داران

### تخمک‌های تک پوسته‌ای

این نوع تخمک در گیاهان پیوسته گلبرگ دیده می‌شود. آندوسپرم در حال نمو در این نوع تخمک‌ها بخش زیادی از پوشش را مصرف می‌کند. در نتیجه، در پوسته‌دانه بالغ، تنها اپیدرم باقی می‌ماند. در برخی نیز پوشش کاملاً مصرف می‌شود و در نتیجه دانه بالغ فاقد پوسته‌دانه است.

برای مثال، اعضای انگلی تیره داروآش دارای تخمک‌های بدون پوشش هستند. در این گیاهان، دانه‌های تشکیل شده گیاهی فاقد پوسته‌دانه (برهنه) است. البته در برخی گیاهان این تیره انواعی از پوسته‌های دانه وجود دارند. به عنوان مثال، در گروهی از ارکیدها، رویان را پوسته‌نازکی احاطه کرده است که از یاخته‌های با دیواره نازک ساخته شده‌اند.

در گیاه بارهنگ، یک لایه اپیدرم وجود دارد که با جذب آب، موسیلاژی می‌شود. یا در ماگنولیا، پوشش بیرونی پوسته‌دانه به رنگ روشن و سرشار از چربی است.



داروآش



ماگنولیا



بارهنگ

### عملکرد پوسته دانه

پوسته دانه که دانه را دربرمی‌گیرد، گیاهک درون دانه را از آسیب مکانیکی و تغییرات محیطی محافظت می‌کند. از سوی دیگر، پوسته دانه ممکن است، برای رویان در حال نمو، منبع غذایی باشد. مثلاً در دانه نخود، پوسته دارای نشاسته و پروتئین است که مورد استفاده رویان قرار می‌گیرد. پوسته دانه در برخی گیاهان دارای ساختارهای ویژه و متنوعی است که به پراکنش دانه کمک می‌کند. برای مثال، ساختاری مویی روی دانه و وجود بال یا حفره‌های هوا در برخی پوسته‌ها، در پراکندگی دانه‌ها نقش مهمی دارد.



دانه بال‌دار

### ساختار دانه بالغ

هر دانه بالغ در «نهان‌دانگان» یا «گیاهان گل‌دار»، از سه بخش تمایز یافته تشکیل شده است که عبارت‌اند از: گیاهک، یک یا دو لپه و پوسته پوشاننده دانه. دانه دو لپه‌ای: دانه‌ای است که دو لپه دارد. این گروه از دانه‌ها بر اساس وجود یا نبود اندوخته آندوسپرم (آلبومن) به دو گروه تقسیم می‌شوند:

- دانه‌های آندوسپرم‌دار، مثل کرچک یا گل ساعتی؛
- دانه بدون آندوسپرم، مثل نخود فرنگی یا آفتاب‌گردان.



کرچک





آفتاب‌گردان

دانه تک‌لپه‌ای: دانه‌ای است که یک لپه دارد. این گروه نیز همانند دولپه‌ای‌ها بر اساس وجود یا نبود آندوسپرم به دو دسته تقسیم می‌شوند:

- دانه‌های آندوسپرم‌دار مانند برنج، ذرت، پیاز، گندم، نارگیل و خرما؛
- دانه‌های بدون آندوسپرم مانند ارکیده.



گندم

### اهمیت دانه‌ها

دانه‌ها مهم‌ترین و با ارزش‌ترین بخش گیاه از نگاه تجاری و سوددهی برای انسان به شمار می‌روند. از فایده‌های تجاری دانه‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.

- دانه‌ها در گیاهان سبب ادامه حیات گیاه می‌شوند.
- برخی دانه‌ها، مثل گندمیان (غلات) و حبوبات، دارای ترکیبات مغذی غنی از کربوهیدرات، پروتئین و ویتامین‌ها و ترکیبات معدنی هستند که در آندوسپرم دانه ذخیره شده‌اند.
- برخی دانه‌ها را می‌توان خشک کرد و برای دوره طولانی‌تری ذخیره کرد.
- از ساختارهای مو مانند برخی دانه‌ها مثل پنبه می‌توان در تهیه فیبر، نخ و پارچه استفاده کرد.
- از برخی دانه‌ها مثل خردل و کرچک می‌توان روغن‌های خوراکی تهیه کرد.

## مواد غذایی دانه

درون دانه، مواد مغذی به صورت پلی ساکاریدها، روغن، پروتئین و نشاسته ذخیره شده است.

## جوانه زنی دانه

به پاره شدن پوسته دانه و خروج ریشه از آن «جوانه زنی» گفته می شود. برای انجام جوانه زنی در دانه، باید بسیاری از شرایط فیزیولوژیک در دانه فراهم و عوامل محیطی مناسب نیز ایجاد شود. عواملی مثل رطوبت، اکسیژن، دما و نور بر جوانه زنی مؤثرند. با جوانه زدن دانه، پوسته آن پاره و ریشه چه از آن خارج می شود. ریشه چه به خاک نفوذ می کند و با ادامه رشد، «دانه رست»ها از خاک خارج می شوند.



جوانه زنی در دانه ها



جوانه زنی و رشد دانه رست ها

## پاسخ فعالیت‌ها و پرسش‌های کتاب

- ۱ تأثیر غلظت‌های مختلف نمک بر میزان رویش دانه گندم و عدس را مقایسه و گزارش کنید.
  - ۲ تحقیق کنید که اثر شوری خاک بر رویش کدام دانه‌ها بیشتر و بر کدام یک کمتر است؟
- پاسخ:** شوری یکی از اصلی‌ترین تنش‌های اسمزی است که رشد و تولید گیاه را از طریق تغییر در تعادل یونی و اسمزی محدود می‌کند. افزایش غلظت نمک می‌تواند سبب کاهش جوانه‌زنی بذرها شود. تحمل در مقابل شوری به پیچیدگی‌های فیزیولوژیکی و ساختاری گیاهان بستگی دارد. عوامل متفاوتی نظیر گونه گیاهی، درجه حرارت محیط، مرحله رشد گیاه و ترکیب خاک یا آب، از متغیرهایی هستند که بر تحمل و مقاومت گیاه در برابر شوری اثر می‌گذارند. شوری به دلیل کاهش پتانسیل اسمزی سبب محدود شدن جذب آب توسط بذر می‌شود، بنابراین با افزایش غلظت شوری، جوانه‌زنی بذرها کاهش می‌یابد.
- در پاسخ به پرسش‌های ۱ و ۲ می‌توان گفت که با افزایش غلظت نمک (شوری)، میزان جوانه‌زنی در هر دو بذر گندم و عدس کاهش می‌یابد. اما برای بررسی مقایسه‌ای تأثیر غلظت‌های متفاوت نمک باید با طراحی آزمایش و انجام آن، نتایج را مقایسه کرد.

## 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:
  - گیاهان تک‌لپه و دولپه‌ای را که در اختیار او قرار داده‌اید شناسایی و از جنبه‌های دیگر نیز مقایسه کند.
  - مدت زمان شروع جوانه‌زنی تعدادی از دانه‌ها را در بازه زمانی ترم در گیاهان مختلف مقایسه کند.
  - غیر از اثر شوری، اثر تنش‌های دیگر محیطی مثل امواج الکترومغناطیس را بر جوانه‌زنی دانه‌ها در طول ترم مورد بررسی قرار دهد و درصد و میزان جوانه‌زنی را مقایسه کند.
  - اجزای دانه‌رست‌هایی را که قبلاً رویانده است را با باز کردن دانه شناسایی کند.

## آزمایش‌های مشابه (جایگزین)

- جوانه‌زنی تعداد مساوی از بذرهای یک گیاه را در شرایط تاریکی و روشنائی مقایسه کنید.
- زمان شروع جوانه‌زنی را در دانه‌های دو گیاه مختلف که دارای پوسته نازک و پوسته ضخیم‌تر هستند، مقایسه کنید (مثل دانه کرفس و دانه نخود فرنگی).
- جوانه‌زنی بذرهای گیاهانی که دانه‌هایشان با قرارگیری در آب موسیلاژی می‌شوند را مورد بررسی قرار دهید. (مثل دانه بارهنگ، تخم شربتی و قدومه).

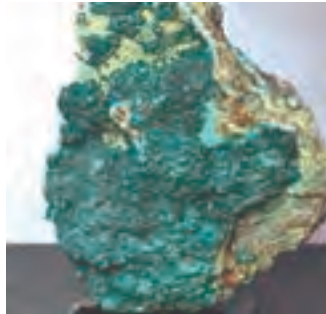
## ۱۲- درصد خلوص کان سنگ مس

### هدف‌های آزمایش

- کسب توانایی تعیین درصد فلز مس در کان سنگ مس؛
- کسب توانایی تعیین غلظت محلول به روش رنگ‌سنجی؛
- کسب مهارت در محاسبه درصد خلوص.

### پیشینه آزمایش

مس همواره جزو مهم‌ترین فلزها برای رفع نیازهای انسان بوده و امروزه یکی از پرکاربردترین فلزهای غیر آهنی است. مس به دلیل خواص فیزیکی و شیمیایی و به ویژه رسانایی الکتریکی (که تنها نقره از مس رساناتر است)، چکش‌خواری بالا و در نتیجه قابلیت بالای کار روی آن و مقاومت در برابر خوردگی، کاربرد وسیعی دارد.



در سراسر جهان چیزی در حدود ۲۰۰ کانی برای مس شناخته شده‌اند که از مهم‌ترین آنها می‌توان به مس فلزی، کالکوپریت، بورنیت، کالکوسیت، کولیت، مالاکیت و آزوریت اشاره کرد. در میان این کانی‌ها، کالکوپریت مهم‌ترین و فراوان‌ترین کانی مس محسوب می‌شود که در بیشتر مناطق جهان از آن استفاده می‌کنند. در این آزمایش از کانی مالاکیت استفاده شده است. درصد خلوص یک ماده، مقدار گرم ماده خالص درصد گرم ماده ناخالص را نشان می‌دهد. که به این صورت محاسبه می‌شود:

$$\text{درصد خلوص} = \frac{\text{جرم ماده خالص}}{\text{جرم ماده ناخالص}} \times 100$$

برای تعیین درصد خلوص در این آزمایش از طریق رنگ‌سنجی، غلظت تعیین و سپس درصد خلوص

محاسبه می‌شود.

## نکته‌های ایمنی

- استفاده از عینک و دستکش ایمنی الزامی است.
- سولفوریک اسید خورنده و مس (II) کربنات برای محیط‌زیست مضر است.

## مهارت‌های کلیدی

- افزایش دقت در مشاهده؛
- کسب مهارت و توانایی تهیه محلول‌ها؛
- مهارت محاسبات علمی.

## بر دانش خود بیفزایید

«رنگ‌سنجی» عبارت است از مقایسه رنگ تولید شده، توسط مقدار نامعلومی از یک ماده یا با رنگ تولید شده توسط یک استاندارد حاوی مقدار معلومی از آن ماده. هنگامی که نور تک‌رنگ از محلول رنگی عبور می‌کند، مقدار مشخصی از نور، متناسب با غلظت ماده، جذب می‌شود. در روش استاندارد رنگ‌سنجی، محلول مورد تجزیه تا یک حجم معین (معمولاً ۵۰ یا ۱۰۰ میلی‌لیتر) در یک لوله «نسلر» (Nessler) رقیق می‌شود. سپس رنگ محلول مجهول با یک سلسله استانداردهایی که به روش مشابه تهیه شده‌اند، مقایسه می‌شود. غلظت محلول مورد تجزیه برابر است با غلظت محلول استاندارد که رنگ نمونه با آن دقیقاً مطابقت دارد. خطاهای احتمالی در اندازه‌گیری‌های رنگی ممکن است از این منابع ایجاد شوند: کدورت؛ حساسیت چشم یا کور رنگی؛ رقت‌ها؛ تغییرات در دما یا pH.

برای تعیین میزان عبور نور از نمونه‌ها، از رنگ‌سنجی با دستگاه «اسپکتروفوتومتری» برای نمونه‌های که از صافی عبور داده می‌شوند، استفاده می‌شود که حساسیت و نور رد شده از نمونه‌ها را نشان می‌دهد.



دستگاه اسپکتروفوتومتری

وقتی دانش‌آموزان این آزمایش را به پایان رسانند، احتمالاً در مورد مقدار واقعی مس موجود در سنگ معدن و چگونگی اندازه‌گیری آن سؤال کنند.

برای پاسخ به سؤال اول بهتر است به واقعی نبودن سنگ معدن اعتراف کنید و از فردی که سنگ معدن شبیه‌سازی شده را تهیه کرده است، میزان فلز موجود را سؤال کنید. در صورت موجود بودن نمونه‌هایی از سنگ معدن واقعی مس مانند مالاکیت، آن را به دانش‌آموزان نشان دهید.

برای پاسخ سؤال دوم می‌توان گفت که غلظت مس حل شده در لوله آزمایش ۳ عبارت است از:

$$\text{غلظت مس (به صورت } \text{Cu}^{2+} \text{)} = \frac{4}{10} \times 1\text{M} = 0.4\text{M}$$

از حل کردن ۵g کربنات و رساندن حجم محلول به ۱۰۰ml، غلظت یون مس برابر است با: ... (جرم مولی  $\text{CuCO}_3 = 124$ )

$$\text{Cu غلظت مس} = \frac{5}{124} \times \frac{1000}{100} = 0.4\text{M}$$

غلظت دو محلول باید یکسان باشد. با این حال، با توجه به اینکه مس (II) کربنات حاوی مقداری هم‌ارزی از مس هیدروکسید و آب است، غلظت به صورت تقریبی به دست می‌آید. باید تأکید کرد که سنگ معدن مس به ندرت شامل غلظتی مثل این است.

## نکته‌های مهم انجام آزمایش

- در تهیه محلول‌های استاندارد ترکیب مس، از آب مقطر استفاده کنید.
- رنگ محلول‌ها را پشت زمینه سفید (کاغذ یا روبوش آزمایشگاه) با هم مقایسه کنید.

## پاسخ فعالیت‌ها و پرسش‌های کتاب

۱ از مقایسه لوله آزمایش مرحله ۸ با لوله آزمایش‌های مرحله ۷ چه نتیجه‌ای گرفتید؟  
پاسخ: از مقایسه شدت رنگ لوله آزمایش مرحله ۸ با لوله‌های مرحله ۷، لوله آزمایش هم رنگ را به دست می‌آوریم که مطابق روش رنگ‌سنجی غلظت آنها باید با هم برابر باشد.

۲ غلظت مولی لوله آزمایش هم‌رنگ با لوله آزمایش مرحله ۸ را به دست آورید.  
پاسخ: لوله آزمایش شماره ۴

۲ با استفاده از جدول و تعیین جرم ترکیب در نمونه، درصد خلوص فلز مس را در کانسنگ محاسبه کنید.

۵	۴	۳	۲	۱	شماره لوله آزمایش
۰	۲	۴	۶	۸	حجم محلول مس (II) سولفات (ml)
۱۰	۸	۶	۴	۲	حجم آب خالص (ml)
۰	۲/۵	۵	۷/۵	۱۰	جرم ترکیب در ۱۰g کانی

پاسخ: جرم ترکیب در لوله آزمایش شماره ۴ برابر ۲/۵ گرم است، پس داریم:

$$\frac{2/5}{10} \times 100 = 2\%$$

## ارزشیابی

ارزشیابی فرایند: بخشی از نمره دانش‌آموزان به فعالیت‌های ایشان در اجرای آزمایش اختصاص 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- شیمی در پزشکی

### هدف‌های آزمایش

- بررسی شرایط کمی واکنش‌های شیمیایی؛
- درک مفهوم واکنش دهندهٔ محدودکننده و اضافی؛
- تمرین مهارت روش جداسازی رسوب در واکنش‌های شیمیایی؛
- محاسبهٔ بازده درصدی واکنش.

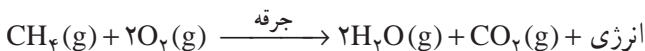
### پیشینهٔ آزمایش

واکنش‌های شیمیایی به‌طور گسترده به پنج نوع طبقه‌بندی می‌شوند و شامل سوختن، سنتز، تجزیه، جانشینی یگانه و جانشینی دوگانه هستند.

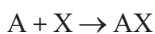
۱ واکنش سوختن (احتراق): واکنشی که طی آن یک ماده به سرعت با اکسیژن ترکیب می‌شود و مقدار زیادی انرژی به صورت نور و گرما آزاد می‌کند.

مثال: واکنش سوختن کامل هیدروکربن‌ها:

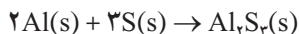
نور و گرما + گاز کربن‌دی‌اکسید + آب → اکسیژن + هیدروکربن



۲ واکنش سنتز یا ترکیب: واکنشی که در آن چند ماده با هم ترکیب می‌شوند و فراورده‌های تازه‌ای با

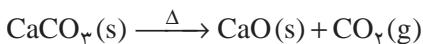
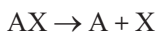


ساختاری پیچیده‌تر تولید می‌کنند:



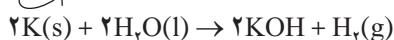
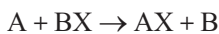
مثال:

۳ واکنش تجزیه: واکنشی است که در آن یک ماده به ماده‌های ساده‌تری تبدیل می‌شود:



مثال:

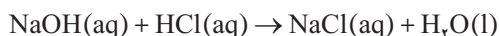
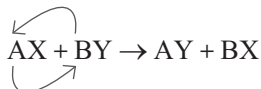
۴ واکنش جانشینی یگانه: در جانشینی یگانه، یک عنصر جانشین عنصر دیگری در ماده مرکب می‌شود:



مثال:



۵ واکنش جانشینی دوگانه: در این نوع واکنش جای دو عنصر (دو یون) در دو ترکیب با هم عوض می‌شود. این واکنش‌ها شامل خنثی‌سازی، رسوب و واکنش‌هایی که محصولات آن گاز هستند، می‌باشد.



مثال:

### نکته ایمنی

از دستکش ایمنی استفاده کنید.

### مهارت‌های کلیدی

مهارت روش‌های صاف کردن و نحوه استفاده از کاغذ صافی؛

خطاهای اندازه‌گیری در محلول‌سازی.

### بر دانش خود بیفزایید

«باریت» منبع اصلی تهیه «باریم» است. به دلیل فراوان بودن ذخایر باریت در بیشتر نقاط دنیا و همچنین ویژگی‌های خاص آن، این کانه کاربرد زیادی در صنایع گوناگون پیدا کرده است. باریت به عنوان پرکننده در صنایع، جوهر سفید و لاک غلط‌گیر، لوازم آرایشی، داروسازی و پزشکی و... به کار می‌رود.



در هر فرایند طبیعی، وقتی از چیزی به مقدار کافی نداشته باشیم، به آن ماده یا گونه «محدودکننده» می‌گوییم. در یک سلسله از واکنش‌ها، با واکنش‌دهنده‌ای مواجه می‌شویم که نقش محدودکننده را بازی می‌کند. این ماده تعیین می‌کند که چقدر محصول خواهیم داشت و با پایان یافتن، آن واکنش تمام می‌شود. در واکنش‌ها، هرچند مقدار واکنش‌دهنده مشخص باشد، یکی از مواد محدودکننده است و ماده دیگر



مادهٔ اضافی خواهد بود؛ یعنی مقداری از آن در محیط باقی می‌ماند. در این آزمایش دانش‌آموزان به خوبی مطالعهٔ روابط کمی را در واکنش‌های شیمیایی آموزش می‌بینند. روش‌های متفاوتی برای جدا کردن رسوب وجود دارد. اساس و پایهٔ همهٔ آنها صاف کردن ساده است که به وسیلهٔ یک کاغذ صافی و قیف انجام می‌شود. کاغذ صافی را بردارید، از وسط تا کنید و دوباره از نیمه یک‌تای دیگر به آن بزنید تا به صورت تصویر روبه‌رو دربیاید.

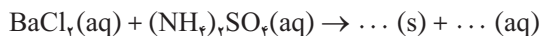
با آب مقطر کاغذ صافی را خیس کنید و به آرامی در قیف جای دهید. بسیار دقت کنید که هنگام انجام این مراحل کاغذ صافی پاره نشود. حال می‌توانید قیف را بالای «ارلن» بگذارید و مخلوط خود را صاف کنید. «سولفات باریم» با داشتن ثابت انحلال خیلی کم، بهترین رسوب در تعیین مقدار سولفات است. ذرات سولفات باریم تشکیل شده معمولاً ریزاند و ممکن است از جدار کاغذ صافی بگذرند. برای حل این مشکل بهتر است هنگام اضافه کردن نمک باریم عمل را به آهستگی تمام انجام داد.

### نکته‌های مهم انجام آزمایش

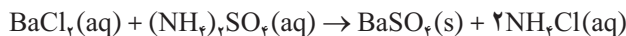
- سعی کنید دانش‌آموزان به مفهوم صددرصدی نبودن واکنش‌ها پی ببرند.
- آموزش مهارت روش صاف کردن رسوب و استفاده از کاغذ صافی را به دانش‌آموزان آموزش دهید.

### پاسخ فعالیت‌ها و پرسش‌های کتاب

۱ معادلهٔ نمادی زیر را کامل و موازنه کنید.



پاسخ: واکنش کامل شده به صورت زیر خواهد بود:



۲ با توجه به مقدار اولیهٔ واکنش‌دهنده‌ها، مقدار رسوب مورد انتظار را محاسبه کنید؟

پاسخ: مقدار رسوب مورد انتظار از این رابطه به دست می‌آید:

$$\frac{1}{100} \text{BaCl}_2 \times \frac{1 \text{ mol BaSO}_4}{1 \text{ mol BaCl}_2} \times \frac{233 \text{ g}}{1 \text{ mol BaSO}_4} = 2 / 33 \text{ g}$$

آیا جرم محاسبه شده با جرم به دست آمده در آزمایش یکسان است؟ چرا؟

۳ جرم رسوب به دست آمده را با جرم مورد انتظار مقایسه کنید. چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟  
پاسخ: جرم رسوب به دست آمده کمتر از مقدار مورد انتظار است.

۴ بازده درصدی واکنش را محاسبه کنید.

$$\text{بازده درصدی واکنش} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 = \frac{1/85\text{g}}{2/33\text{g}} \times 100 = 79\%$$

بازده واکنش برابر است با:

۵ نتایج آزمایش خود را با نتایج به دست آمده توسط دانش‌آموزان دیگر مقایسه کنید.  
پاسخ: دقت برخی از دانش‌آموزان بالاتر بود و رسوب بیشتری به دست آوردند و برخی کمتر بود.

## 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.

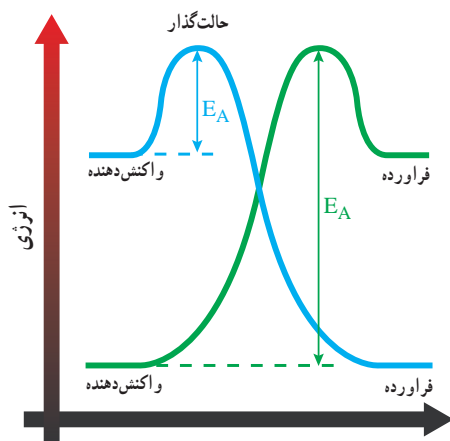
## ۱۴- انرژی در واکنش‌های شیمیایی

### هدف‌های آزمایش

- کسب مهارت در بررسی واکنش‌های گرماده و گرماگیر؛
- آشنایی با روش عملی تعیین گرمای واکنش؛
- کسب توانایی محاسبه درصد خلوص با استفاده از گرمای واکنش.

### پیشینه آزمایش

انجام واکنش شیمیایی با تغییر انرژی همراه است. واکنشی که هنگام سوختن گاز طبیعی و هوا صورت می‌گیرد، گرمای لازم برای پختن غذا روی اجاق گاز یا جوشیدن آب را فراهم می‌کند. در مقابل، تشکیل گلوکز در فرایند فتوسنتز به جذب انرژی نورانی خورشید نیاز دارد. اکثر واکنش‌های شیمیایی گرما تولید می‌کنند. در واکنش‌های گرماده، گرما از مخلوط واکنش به محیط اطراف جریان می‌یابد و اثر این جریان، افزایش دمای محیط است. ترموشیمی (گرما شیمی) بخشی از علم شیمی است که در آن گرمای واکنش‌ها را که همراه واکنش تولید و یا جذب می‌شود، اندازه‌گیری و محاسبه می‌کنند. اکثر واکنش‌ها یا گرماده هستند و یا گرماگیر. مقدار گرمایی را که در اثر یک واکنش تولید و یا مصرف می‌شود، «گرمای واکنش» می‌نامند و با علامت  $\Delta H$  نشان می‌دهند.



## نکته ایمنی

استفاده از عینک و دستکش ایمنی الزامی است.

## مهارت‌های کلیدی

- روش استفاده و به کارگیری گرماسنج؛
- فن محاسبه ارزش آبی گرماسنج؛
- توانایی محاسبات علمی.

## بر دانش خود بیفزاید

به تغییر آنتالپی مربوط به حل شدن یک مول حل‌شونده در مقدار زیادی حلال، «گرمای انحلال» یا «آنتالپی انحلال» می‌گویند. وقتی ترکیب یونی در آب حل می‌شود، دو پدیده صورت می‌گیرند: یکی «یونی شدن» (فروپاشی شبکه بلور) و دیگری «آب‌پوشی». پدیده یونی شدن فرایندی گرماگیر و پدیده آب‌پوشی فرایندی گرماده است. مقدار آنتالپی انحلال از جمع جبری گرمای لازم برای فروپاشی شبکه بلوری (انرژی شبکه بلور) و گرمای آزاد شده بر اثر آب‌پوشی یون‌ها (انرژی آب‌پوشی) به دست می‌آید.

$$\Delta H_{\text{انحلال}} = \Delta H_{\text{شبکه}} + \Delta H_{\text{آب‌پوشی}}$$

فرایند انحلال در صورتی گرماگیر است که تغییر آنتالپی‌های مرحله فروپاشی شبکه بلور از تغییر آنتالپی مرحله آب‌پوشی بزرگ‌تر باشد. اما اگر تغییر آنتالپی مرحله آب‌پوشی از تغییر آنتالپی مرحله فروپاشی شبکه بلور بزرگ‌تر باشد، فرایند انحلال گرماده است. اکنون اگر مقداری از یک ترکیب یونی در آب حل شود، چون فرایند تحت فشار جو انجام می‌گیرد، گرمای به دست آمده همان گرما در فشار ثابت یا «آنتالپی فرایند» است.

«گرماسنج لیوانی» برای اندازه‌گیری گرمای یک واکنش در فشار ثابت به کار برده می‌شود و مخصوص واکنش‌هایی است که در محیط آبی انجام می‌شوند. این ظرف می‌تواند یک لیوان پلاستیکی باشد. اگر دمای این گرماسنج کاهش پیدا کند، یعنی واکنش گرماگیر است و اگر دمای آن افزایش یابد، یعنی واکنش گرماده بوده است. روش آزمایش به این ترتیب است که  $m$  گرم آب با گرمای ویژه  $C_w$  را درون گرماسنج می‌ریزند و پس از هم زدن و تعادل گرمایی داخل، دمای آن را اندازه می‌گیرند.  $(\theta_c)$  سپس به سرعت مقداری از یک نمک به جرم  $m_s$  و گرمای ویژه  $C_s$  را به ظرف اضافه می‌کنند. پس از حصول تعادل مجدد، دمای مخلوط را اندازه می‌گیرند  $(\theta_F)$ .

$$\Delta H_{\text{diss}} = (A + mc) (T_F - T_1)$$

با استفاده از رابطه بالا مقدار انرژی تبادل شده را می‌توان محاسبه کرد.

## نکته‌های مهم انجام آزمایش

- از گرماسنج تمیز و کاملاً خشک شده استفاده کنید.
- مقدار جرم مواد خشک در این آزمایش نادیده گرفته می‌شود.
- گرمای انحلال ۲ گرم لیتیم کلرید:  $Q \equiv -mc\Delta T = -100 \text{ g} \times 4/2 \text{ J/g}^\circ\text{C} \times 5^\circ\text{C} \equiv -2100 \text{ J}$
- گرمای انحلال ۲ گرم پتاسیم نیترات:  $Q = mc\Delta T = 100 \text{ g} \times 4/2 \text{ J/g}^\circ\text{C} \times 3/3^\circ\text{C} = 1386 \text{ J}$
- مقدار گرمای به دست آمده را بر جرم نمک‌ها تقسیم کنید تا گرمای واحد جرم هر نمک به دست آید.
- (گرمای واحد جرم پتاسیم نیترات را  $W$  و گرمای واحد جرم لیتیم کلرید را  $Z$  بنامید.)
- $-\frac{2100}{2} \equiv 1050 \text{ J/g} \Rightarrow W = -1050$  و  $\Rightarrow Z = \frac{1386}{2} = 693 \text{ J/g}$

## پاسخ فعالیت‌ها و پرسش‌های کتاب

- 1 انحلال کدام ماده گرماده و کدام گرماگیر است؟ چرا؟  
پاسخ: با انحلال لیتیم کلرید در آب، دمای آن افزایش می‌یابد. بنابراین گرماده است و انحلال پتاسیم نیترات گرماگیر است. چون با حل شدن در آب دمای آن کاهش می‌یابد.  
بدین ترتیب که حل شدن لیتیم کلرید به محیط انرژی می‌دهد و این انرژی صرف افزایش جنبش مولکول‌ها و بالا رفتن دما می‌شود. در حل شدن گرماگیر، انرژی از مولکول‌های آب گرفته می‌شود و جنبش مولکولی کاهش می‌یابد و در نتیجه دما کم می‌شود.

- 2 با استفاده از رابطه  $Q = mc\Delta T$ ، مقدار گرمایی را که از حل شدن ۲g لیتیم کلرید آزاد می‌شود و همچنین مقدار گرمایی را که در اثر حل شدن ۲g پتاسیم نیترات جذب می‌شود، حساب کنید. (m را جرم آب و C را ظرفیت گرمایی ویژه آب در نظر بگیرید و از گرمای هدررفته صرف نظر کنید).  
پاسخ: اگر دما در اثر حل شدن ۲ گرم لیتیم کلرید ۵ درجهٔ سلیسیوس افزایش یابد خواهیم داشت:  
 $Q_1 = -mc\Delta T = -100 \text{ g} \times 4/2 \text{ J/g}^\circ\text{C} \times 5^\circ\text{C} = -2100 \text{ J}$   
و با کاهش دما به اندازه  $3/3^\circ\text{C}$  برابر پتاسیم نیترات  $Q_2$  برابر است با

$$Q_2 = mc\Delta T = 1386 \text{ J/g}$$

- 3 مقدار گرمای به دست آمده را بر جرم نمک‌ها تقسیم کنید تا گرمای واحد جرم هر نمک به دست آید (گرمای واحد جرم پتاسیم نیترات را  $Z$  و گرمای واحد جرم لیتیم کلرید را  $W$  بنامید):

$$W = \frac{-2100}{2} = -1050 \text{ J/g}$$

و همچنین مطابق این محاسبات:  $Z = 693 \text{ J/g}$

۴ با استفاده از رابطه زیر مقدار هر یک از نمک‌ها را در مخلوط محاسبه کنید.

$$\begin{cases} X + Y = 2 \\ ZX + WY = mc\Delta T \end{cases}$$

با جایگذاری  $Z$  و  $W$  داریم:

$$\begin{cases} X + Y = 2 \\ 14X - 21Y = -24/5 \end{cases} \Rightarrow X = 0/5 \dots Y = 1/5$$

۵ با به دست آوردن مقدار  $X$  و  $Y$  درصد جرمی هر یک از نمک‌ها را در مخلوط محاسبه کنید.

درصد پتاسیم نیترات برابر است با:

$$\% = \frac{0/5}{2} \times 100 = 25\%$$

در نتیجه درصد لیتیم کلرید برابر ۷۵٪ خواهد بود.

## 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 موردنیاز، اجرای آن در تمام مدرسه‌ها امکان‌پذیر است و آزمایش جایگزین پیشنهاد نمی‌شود.

## ۱۵- فعالیت آنزیم در pH های گوناگون

### هدف‌های آزمایش

- آشنایی با شرایط فعالیت آنزیم‌ها و بررسی آن؛
- مشاهده اثر تغییر ساختار مولکول بر تغییر رفتار؛
- بررسی تأثیر pH بر فعالیت آنزیم‌ها؛
- درک اهمیت زیستی و کاتالیزگری آنزیم.

### پیشینه آزمایش



آنزیم‌ها کاتالیزگرهایی هستند که سرعت واکنش‌های بیوشیمیایی را در سلول‌های زنده افزایش می‌دهند. به آنزیم‌ها، «کاتالیزگر حیاتی» (Bio catalyst) نیز گفته می‌شود.

آنزیم‌ها به عنوان کاتالیزگرهای سبز در شیمی اهمیت پیدا کرده‌اند.

کارکرد آنزیم و مواد اولیه مانند مدل قفل و کلید است که با ورود ماده اولیه به سایت فعال آنزیم، واکنش مورد نظر انجام می‌گیرد. آنزیم‌ها در شیمی کاتالیزگرهای قدرتمندی برای انجام واکنش‌های شیمیایی به حساب می‌آیند. لذا بررسی و مطالعه عملکرد آنزیم‌ها در دنیای کاتالیزگرها از جایگاهی ویژه برخوردار است.

### نکته‌های ایمنی

- از عینک و دستکش ایمنی استفاده کنید.
- از تماس مواد شیمیایی با پوست شدیداً جلوگیری کنید.

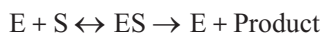
### مهارت‌های کلیدی

- روش‌های تشخیص و به کارگیری کاغذ pH
- طبقه‌بندی و مقایسه کردن



## بر دانش خود بیفزاید

واکنش‌های شیمیایی در سیستم‌های بیولوژیکی در حضور کاتالیزورها صورت می‌گیرند. این کاتالیزورها پروتئین‌های مخصوصی هستند که «آنزیم» نامیده می‌شوند. در یک واکنش، آنزیمی با سوبسترای ویژه خود ترکیب می‌شود و کمپلکس آنزیم-سوبسترا را تشکیل می‌دهد. در انتهای واکنش، سوبسترا به ماده‌ای به نام محصول تبدیل می‌شود و آنزیم نیز بدون تغییر باقی می‌ماند.



آنزیم‌ها مولکول‌های بزرگی هستند که بعضی فقط از پروتئین ساخته شده‌اند و بعضی دارای گروه‌های غیرپروتئینی به نام «کوفاکتور» هستند. کوفاکتور ممکن است یون فلزی باشد یا مولکول آلی که در این صورت «کوآنزیم» نامیده می‌شود. جایگاه فعال در ساختمان آنزیم‌ها قسمت کوچکی از مولکول آنزیم است که ساختمان سه بعدی دارد و در عمل آنزیم‌ها شرکت می‌کند. سوبسترا در این محل به آنزیم متصل می‌شود و کمپلکس آنزیم-سوبسترا را تشکیل می‌دهد. سپس با تغییر در ساختمان سوبسترا، محصول تشکیل و از آنزیم آزاد می‌شود.

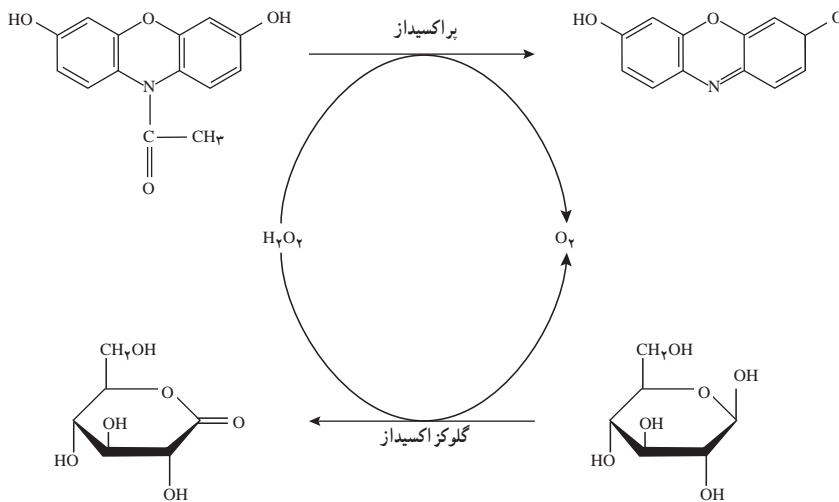


از خصوصیات برجسته آنزیم‌ها اختصاصی بودن و قدرت کاتالیزگر آنهاست. به طوری که بعضی آنزیم‌ها کاملاً اختصاصی عمل می‌کنند؛ مثل «آسپاراتاز». بعضی آنزیم‌ها هم روی تعدادی از ترکیب‌ها که از نظر ساختمانی شبیه هستند، اثر می‌کنند؛ مثل کیموتریپسین. مشخص شده است که فعالیت «کاتالیتیکی» برخی از آنزیم‌ها هنگام مجاورت با اسیدها و بازهای قوی، حرارت و محلول‌های آلی از دست می‌رود. از عوامل مؤثر بر فعالیت آنزیم‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

**الف) حرارت:** افزایش درجه حرارت سبب افزایش سرعت واکنش‌های آنزیمی می‌شود. ولی چون آنزیم‌ها دارای ماهیت پروتئینی هستند، حرارت‌های بالا سبب «دنا توره» شدن و کم شدن فعالیت آنزیم‌ها می‌شود. به طوری که در حرارت‌های  $7^{\circ}$ – $8^{\circ}$  درجه آنزیم به کلی غیرفعال می‌شود.

**ب) اثر PH:** در یک PH خاص، آنزیم حداکثر فعالیت را از خود نشان می‌دهد که به آن (PH اپتیمم) می‌گویند. PH اپتیمم برای آنزیم‌های مختلف متفاوت است. مثلاً PH اپتیمم آنزیم‌های پپسین، آمیلاز، آلکالین فسفاتاز و اسید فسفاتاز به ترتیب معادل  $1/5$ ،  $6/8$ ،  $9$  و  $5$  است. اگر PH محیط آنزیم از PH اپتیمم آن کمتر و یا بیشتر شود. از فعالیت آنزیم کاسته می‌شود.

آنزیم کاتالاز با توجه به نوع واکنش خاصی که کاتالیز می‌کند، از جمله آنزیم‌های «پراکسیداز» (Peroxidase) محسوب می‌شود که انتقال الکترون به پراکسیدها را انجام می‌دهند.



«کاتالاز» آنزیمی است که تقریباً در همه موجودات زنده یافت می‌شود. این آنزیم که در بعضی از ارگان‌های بدن یافت می‌شود، «آب اکسیژنه» را به اکسیژن و آب تجزیه می‌کند. همچنین، یکی از مهم‌ترین آنزیم‌ها در محافظت از سلول در مقابل آلودگی اکسیدی به وسیله آب اکسیژنه محسوب می‌شود. به علاوه یکی از آنزیم‌هایی است که دارای قدرت تجزیه بالاست، به طوری که یک مولکول کاتالاز قادر است در یک دقیقه، شش میلیون مولکول آب اکسیژنه را به آب و اکسیژن تجزیه کند. آب اکسیژنه یا هیدروژن پراکسید که ماده‌ای سمی است و باید فوری تجزیه شود، از «پراکسی زوم» سلول‌های جگر در اثر متابولیسم سلولی به عنوان محصول جانبی تولید می‌شود. لازم به ذکر است که در صنعت نیز آنزیم کاتالاز برای ساختن اسفنج کاربرد دارد. کاتالاز ماده‌ای است که از چهار زنجیره پلی‌پپتیدی تشکیل که هر کدام دارای بیش از ۵۰۰ آمینواسید است. این شامل چهار پورفیرین (آهن) است که اجازه واکنش با آب اکسیژنه را می‌دهد. حالت مطلوب برای PH کاتالاز انسان تقریباً هفت است. حالت مطلوب برای بقیه کاتالازها بین چهار تا یازده است که به نوع آنها بستگی دارد.

## نکته‌های مهم انجام آزمایش

- آنزیم‌های دیگری نیز می‌توانند کاتالیزگر این واکنش باشند، ولی مخمر نان بهترین انتخاب است.
- دقت کنید که به هنگام افزودن آب اکسیژنه دمای محلول‌ها یکسان باشد.

## پاسخ فعالیت‌ها و پرسش‌های کتاب

**۱** بیشترین ارتفاع کف مربوط به کدام بشر است؟ چرا؟  
پاسخ: بیشترین ارتفاع مربوط به محلول خنثاست، زیرا آنزیم کاتالاز در محیط خنثا بیشترین فعالیت را دارد.

**۲** مشخص کنید افزایش یا کاهش pH چه تأثیری بر عملکرد آنزیم کاتالاز دارد؟ چرا؟  
پاسخ: با تغییر محیط به اسیدی یا بازی، ساختار آنزیم دچار تغییر می‌شود و فعالیت آن کاهش می‌یابد.

**۳** در مورد درستی جمله «همه آنزیم‌ها در pH خنثا بهترین فعالیت را دارند»، تحقیق کنید.  
پاسخ: خیر، آنزیم‌ها مولکول‌های ویژه‌ای هستند و با توجه به نوع عمل انتخابی آنها، در محیط‌های متفاوت ممکن است فعال باشند.

**۴** تحقیق کنید که چگونه برخی مواد نگهدارنده و یا دارویی باعث کاهش فعالیت آنزیم کاتالاز می‌شوند و زمینه را برای ایجاد بیماری‌های سرطانی مهیا می‌کنند.  
پاسخ: pH آنزیم کاتالاز در تمام سلول‌ها وجود دارد. با مصرف برخی مواد دارویی و یا خوراکی حامل نگهدارنده، آنها وارد سلول می‌شوند و در سلول تغییر ایجاد می‌کنند در نتیجه غلظت آنزیم کاتالاز رو به کاهش می‌رود و اثر آنتی‌اکسیدن سلول کاهش و احتمال ایجاد بیماری‌های سرطانی افزایش می‌یابد.

## 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 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.

## ۱۶- تهیه گاز جوشکاری

### هدف‌های آزمایش

- آشنایی با ترکیب‌های آلی؛
- مشاهده روش تهیه گاز اتین؛
- آشنایی با ویژگی‌های ترکیب‌های سیر نشده.

### پیشینه آزمایش

تاریخ شیمی بیان می‌کند که از قدیم، بشر تعدادی از گازها را می‌شناخته و از آنها استفاده می‌کرده است. گاز «استیلن» در سال ۱۸۳۶ توسط ادموند داوی کشف شد که از آن برای روشن کردن چراغ‌ها استفاده می‌کردند.



امروزه کارخانه‌های تولید استیلن، گاز استیلن را برای هدف‌های تجاری تولید می‌کنند. این گاز خواصی دارد که آن را به گازی مفید در کاربردها و در صنایع تبدیل کرده است. استیلن برای سنتزهای شیمیایی تولید می‌شود و برای صنایع جوشکاری و برش فلزات به کار می‌رود لذا بررسی و مطالعه ویژگی‌های آن از اهمیت خاصی برخوردار است.

### نکته‌های ایمنی

- از عینک و دستکش ایمنی استفاده کنید.
- آزمایش را دور از شعله انجام دهید و از نزدیک کردن بادکنک‌های حاوی «اتین» به شعله اکیداً پرهیز کنید.
- مخلوط گاز استیلن و هوا به شدت انفجاری است.

## مهارت‌های کلیدی

- مهارت نحوه تولید گاز؛
- روش‌های جمع‌آوری گازها؛
- نحوه بررسی ویژگی گازها.

## بر دانش خود بیفزایید

«اتین»، گازی بی‌رنگ با بویی خاص است و در هوا با شعله‌ای درخشان می‌سوزد. مخلوط استیلن و هوا بسیار منفجرشونده است. بنابراین آن را به صورت محلول در «استون» و به همراه مواد متخلخل ذخیره و حمل می‌کنند. انرژی شیمیایی بالای استیلن به علت پیوند سه‌گانه  $C \equiv C$  آن است، عمده‌ترین ماده‌های خام برای تولید استیلن، «کلسیم کربنات» (سنگ آهک) و زغال سنگ هستند. کلسیم کربنات را ابتدا با حرارت دادن به کلسیم اکسید و زغال سنگ را هم به زغال کک تبدیل می‌کنند. سپس کلسیم اکسید و کک باهم واکنش می‌دهند و کربن منوکسید و کلسیم کاربید تولید می‌شود. با اضافه کردن آب به کلسیم کاربید، استیلن و کلسیم هیدروکسید تولید می‌شود. استیلن را همچنین می‌توان از سوختن ناقص متان با اکسیژن و یا از کراکینگ هیدروکربن‌ها تولید کرد.



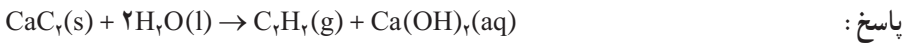
استیلن با استفاده از کاتالیزگرهای فلزی نرم، مانند  $Ni, Pt$  و ... به اتیلن و سپس به اتان کاهش می‌یابد. با واکنش با آب در مجاورت سولفوریک اسید و سولفات، «وینیل الکل» ناپایدار تولید می‌کند که سپس به اتانول تبدیل می‌شود. در اثر واکنش با کلر، «تتراکلرواتان» تولید می‌کند که بسیار سمی است. استیلن در اثر تماس با فلزهای نقره و مس به صورت خطرناک و انفجاری واکنش می‌دهد و ترکیب استیلید نقره یا مس ایجاد می‌کند. به علت خطرناک بودن این واکنش، استیلن نباید با مس و نقره تماس داشته باشد و واکنش تولید استیلید در محلول‌های آبی نمک‌های نقره و مس انجام می‌شود. این واکنش گاهی برای شناسایی استیلن به کار می‌رود. استیلن به علت داشتن بند سه‌گانه سیر نشده، در واکنش‌های افزایشی فراوانی شرکت می‌کند. آن را به صورت تجارتي در کپسول‌های زرد همراه استون عرضه می‌کنند. به علاوه، در تولید لامپ‌های استیلن یا کاربرد آن استفاده می‌شود که قبلاً در معادن مورد استفاده قرار می‌گرفت. برای کربنیزه کردن فولاد هم از استیلن استفاده می‌شود.

## نکته‌های مهم انجام آزمایش

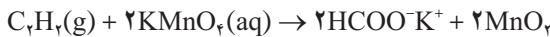
- از مقدار محدودی از کلسیم کربید استفاده کنید.
- دقت کنید که هنگام خرد کردن کربید کلسیم، ذرات آن در آزمایشگاه پخش نشوند.

## پاسخ فعالیت‌ها و پرسش‌های کتاب

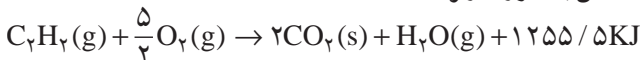
- ۱ با توجه به اینکه فراورده‌های این واکنش گاز استیلن (اتین) و کلسیم هیدروکسید است، معادله نمادی واکنش شیمیایی انجام شده را بنویسید و موازنه کنید.



- ۲ با توجه به ساختار «لوویس» استیلن، واکنش پذیری آن را توجیه کنید.
- پاسخ : با توجه به ساختار اتین، وجود پیوند سه گانه سیر نشده باعث می‌شود که واکنش پذیری آن نسبت به اتان افزایش یابد؛ از جمله واکنش با پرمنگنات :



- ۳ معادله واکنش سوختن گاز استیلن به صورت زیر است :



- با توجه به آن توضیح دهید چرا از این گاز برای جوش کاری قطعات فلزی استفاده می‌شود؟
- پاسخ : چون آنتالپی واکنش بالاست و گرمای لازم برای جوشکاری تأمین می‌شود.

- ۴ چرا کلسیم کربید را در آزمایشگاه باید در ظرف دربسته و به دور از رطوبت هوا نگهداری کرد؟
- پاسخ : برای جلوگیری از واکنش کلسیم کربید با بخار آب موجود در هوا.

## 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 به طور 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.

### 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.

## ۱۷- سردتر از یخ

### هدف‌های آزمایش

- مشاهده تغییر دمای انجماد بر اثر حل شدن ماده در آب؛
- مقایسه انجماد حلال خالص و محلول؛
- مشاهده وابستگی دمای انجماد به تعداد ذره‌های حل شونده؛
- تشخیص انحلال یونی و مولکولی.

### پیشینه آزمایش



همان‌طور که می‌دانید، در زمستان‌های خیلی سرد، وقتی کوچه و خیابان یخبندان است، روی یخ نمک می‌پاشند تا آب شود. این یکی از کاربردهای خواص «کولیگاتیو» در زندگی روزمره است و معمولاً علت ذوب شدن یخ‌ها برای دانش‌آموزان سؤال است.

با انجام این آزمایش دانش‌آموزان متوجه می‌شوند که نمک گرما تولید نمی‌کند تا یخ را آب کند، بلکه نقطه ذوب یخ را (که صفر درجه است) پایین می‌برد. به‌طور کلی هر نوع ناخالصی در آب سبب می‌شود که دمای انجماد آب پایین رود. مثلاً اگر در دو ظرف آب بریزیم و به یکی سرکه اضافه کنیم و هردوی آنها را کنار هم در فریزر قرار دهیم، بعد از مدت کوتاهی خواهیم دید که آب معمولی یخ بسته، اما دیگری به همان حال باقی مانده است. گاهی شیمی‌دان‌ها با کمک گرفتن از این روش آب خالص و ناخالص را از هم تشخیص می‌دهند. آنها دمای آب را به تدریج پایین می‌برند و اگر در صفر درجه یخ ببندد، دلیل بر خالص بودن آن است. اما یخ بستن در دماهای پایین‌تر از آن، ناخالصی آب را نشان می‌دهد.

### نکته ایمنی

استفاده از دستکش ایمنی الزامی است.

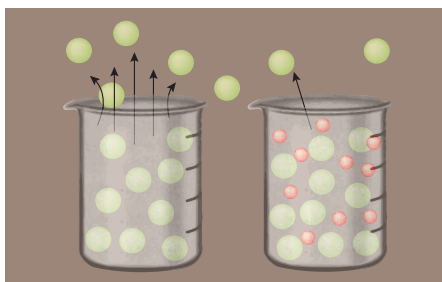


## مهارت‌های کلیدی

- مهارت به‌کارگیری ابزار و اندازه‌گیری؛
- فنون تهیه دمای زیر صفر.

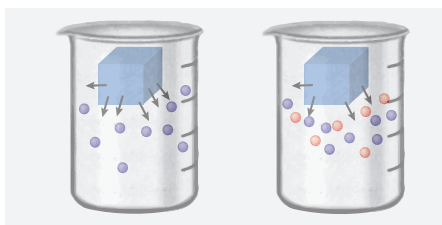
## بر دانش خود بیفزایید

خواصی که به تعداد ذره‌های حل‌شونده موجود در محلول (نه به نوع ذره‌ها) بستگی دارند، خواص کولیگاتیو نامیده می‌شوند؛ مثل فشار بخار، نقطه جوش و نقطه انجماد.



به فشار تعادلی که در آن، مولکول‌ها بتوانند در دمایی که هستند بر آن فشار غلبه کنند و از سطح مایع خارج شوند و در بالای مایع حضور یابند، «فشار بخار مایع» گفته می‌شود. سرعت تبخیر هر مایع به تعداد مولکول‌های مایع موجود در سطح بستگی دارد. وقتی ماده غیرفراری در حلال مایع حل می‌شود، معمولاً در سطح مایع برخی ذره‌های حل‌شونده جای ذره‌های حلال را می‌گیرند و از این رو سرعت تبخیر را کاهش می‌دهند. در نتیجه فشار بخار کم می‌شود.

جوشیدن زمانی رخ می‌دهد که فشار بخار مایع با فشار هوای روی سطح مایع (فشار محیط) برابر شود. حل شدن ماده غیرفرار مثل شکر در حلال، سرعت تبخیر را می‌گیرد و از این رو انرژی بیشتری نیاز است تا فشار بخار محلول با محیط یکی شود. پس دمای جوش محلول نسبت به حلال خالص زیادتر است.



انحلال یک ماده حل شدنی در حلال مایع همچنین بر نقطه انجماد محلول هم تأثیر می‌گذارد و نقطه انجماد را کاهش می‌دهد. میزان افزایش نقطه جوش و کاهش نقطه انجماد به تعداد ذره‌های حل شده بستگی دارد نه نوع آنها. از این رو با توجه به نوع حل شدن، ترکیب‌های یونی در محلول آبی به ذره‌های تشکیل دهنده خود تفکیک می‌شوند، در حالی که یک ترکیب مولکولی به همان شکل در حلال حل می‌شود. در نتیجه تعداد ذره‌های کمتری نسبت به ترکیب یونی ایجاد می‌کند و اثر آن بر کاهش نقطه انجماد کمتر خواهد بود.

### نکته‌های مهم انجام آزمایش

- به منظور رسیدن به نتیجه بهتر، یخ‌ها را خرد کنید و در ظرف بریزید.
- دقت کنید، اندازه مایع مورد استفاده در تمام لوله‌ها کاملاً یکسان باشد.
- برای مشاهده تغییر کاهش نقطه انجماد، به مقدار ماده لازم دقت کنید.

### پاسخ فعالیت‌ها و پرسش‌های کتاب

۱ از مقایسه نقطه شروع انجماد هر یک از محلول‌ها نسبت به آب خالص چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟  
پاسخ: نقطه شروع انجماد محلول‌ها نسبت به آب کمتر است. ناخالصی باعث کاهش نقطه انجماد می‌شود.

۲ چرا شروع نقطه انجماد دو محلول شکر (۲ و ۳) با یکدیگر متفاوت است؟  
پاسخ: چون غلظت‌های متفاوتی دارند، پس شروع نقطه انجماد آنها نیز متفاوت است.

۳ با وجود اینکه تعداد مول‌های حل‌شونده محلول‌های (۲) و (۴) برابر است، چرا شروع نقطه انجماد آنها متفاوت است؟

پاسخ: شکر به صورت مولکولی حل می‌شود، در حالی که نمک به صورت یونی حل می‌شود و به ازای هر ذره دو ذره به وجود می‌آید. در نتیجه ذرات حل شده در آن بیشترند و شروع انجماد کمتری دارد.

۴ بررسی کنید یک دستگاه بستنی‌ساز دستی چگونه کار می‌کند.  
پاسخ: دستگاه بستنی‌ساز دو جداره است و در لایه بیرونی آن یخ و نمک قرار می‌دهند که نمک باعث کاهش دمای انجماد می‌شود و در نتیجه دمای آن به زیر صفر نزول می‌کند.

## 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.

## ۱۸- چراغ افروز شیمیایی

### هدف‌های آزمایش

- کسب توانایی ساخت یک باتری؛
- الکترون‌دهی در فلزها؛
- آشنایی با ماهیت تولید جریان الکتریکی.

### پیشینه آزمایش



پس از کشف ولتا، آزمایش‌های متعددی برای تولید جریان الکتریکی انجام و به تولید باتری‌های جدیدتری منجر شدند که از آنها برای تأمین انرژی بسیاری از اختراعات، از جمله رادیو، خودرو، رایانه و... استفاده می‌شود. امروزه بیش از ۲۰ میلیارد باتری در سراسر جهان به فروش می‌رسد. همه باتری‌ها از روش‌های مشابهی برای ایجاد برق استفاده می‌کنند. با این حال، تغییر در مواد تشکیل دهنده و نحوه ساخت آنها باعث شده است، انواع متفاوتی از باتری‌ها تولید شوند. به نظر می‌رسد توضیح در این خصوص و چگونگی کار باتری برای دانش‌آموزان ضروری است.

### نکته ایمنی

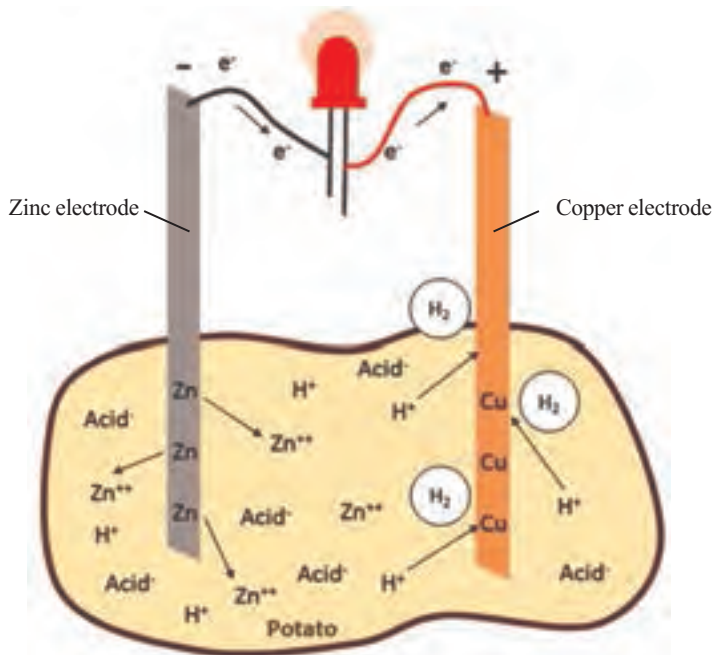
استفاده از دستکش ایمنی الزامی است.

### مهارت‌های کلیدی

- دست‌ورزی در تهیه وسیله علمی؛
- توانایی به‌کارگیری و استفاده از وسایل ساده منزل.

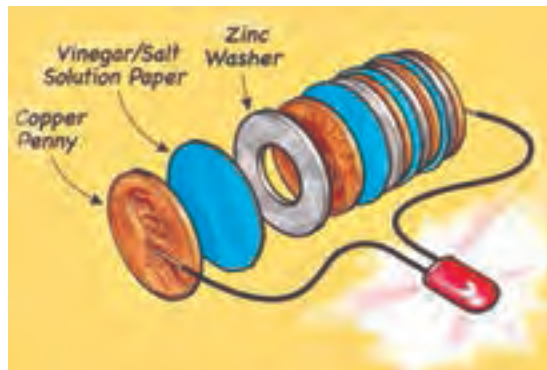
## بر دانش خود بیفزایید

دو بخش مهم هر سلول الکتروشیمیایی، «آند» و «کاتد» هستند. کاتد الکترودی است که کاهش در آن صورت می‌گیرد و آند الکترودی است که اگر اجازه پیدا کند، اکسید می‌شود. سلول موقعی برق تولید می‌کند که یک سر کاتد و یک سر آند در مادهٔ سومی که می‌تواند الکتروسیته را هدایت کند، قرار داده شوند؛ در حالی که انتهای دیگر آنها هم به هم متصل‌اند. اتم‌های آند الکترون از دست می‌دهند و اتم‌های کاتد الکترون را به جانب خودشان می‌کشند. در نتیجه جریان الکترونیکی ایجاد می‌کند. در صورتی که یک کلید در مدار وجود داشته باشد، مدار کامل نیست و برق نمی‌تواند جریان یابد؛ مگر اینکه کلید در حالت بسته باشد. اگر علاوه بر کلید چیزی دیگر، برای مثال یک لامپ، در مدار وجود داشته باشد، لامپ در اثر جریان الکترون‌های در حال حرکت در آن روشن می‌شود.



مادهٔ سوم که آند و کاتد داخل آن قرار داده می‌شوند، «الکترولیت» نامیده می‌شود. در بسیاری از موارد الکترولیت ترکیبی شیمیایی است که خواص قلبایی دارد که به آنها «باتری قلبایی» گفته می‌شود. هنگام طراحی یک سلول الکتروشیمیایی می‌توان تغییرات زیادی در نوع و ساختار آن ایجاد کرد. مثلاً همهٔ الکترولیت‌ها قلبایی نیستند. علاوه بر این، ظرف محتوای الکترولیت می‌تواند هم به عنوان ظرف و هم به عنوان کاتد یا آند عمل کند. با ایجاد تغییرات در ترکیبات آند و کاتد، برق بیشتر یا کمتری فراهم می‌شود. تنظیم دقیق تمام مواد مورد استفاده

در یک سلول می‌تواند بر مقدار برقی که می‌تواند تولید شود، سرعت تولید برق، ولتاژ برقی که در طول عمر سلول نقل و انتقال می‌یابد و توانایی سلول برای انجام وظایفش در دماهای متفاوت تأثیر بگذارد. در این آزمایش، قطعه‌های آلومینیومی یکی از الکترود را تشکیل می‌دهد و می‌تواند در ارتباط با الکترود دیگر، یک سلول تشکیل دهد. مقوایی که در آب سرکه نمکی فرو می‌رود، به عنوان الکترولیت بین دو پایانه عمل می‌کند. هر قسمت مس، مقوا و آلومینیوم یک سلول اختصاصی را نشان می‌دهد. با جمع کردن آنها یک باتری ایجاد می‌شود که مجموعه‌ای از سلول‌های الکتروشیمیایی است. واکنش اکسایش در الکترودهای آلومینیومی رخ می‌دهد که الکترون‌ها را آزاد می‌کند و واکنش کاهش در سطح الکترودهای مس که از آنها استفاده می‌شود، صورت می‌گیرد.



با یک ولت‌سنج می‌توانید ببینید که هر سلول می‌تواند بیش از  $\frac{1}{3}$  ولت تولید کند. باتری ایجاد شده در این آزمایش دارای چند سلول است. یک ستون از چند سلول باید ولتاژ کافی تولید کنند تا یک LED قرمز روشن شود که معمولاً حدود  $\frac{1}{7}$  ولت نیاز دارد. همان‌طور که می‌دانید، تولید برق به تدریج قدرتش را از دست می‌دهد.



## نکته‌های مهم انجام آزمایش

- شست‌وشوی قطعه‌های مسی به گرفتن نتیجه بهتر کمک می‌کند.
- از مقوای ضخیم که در محلول خوب خیسانده شده است، استفاده کنید.
- به جای فویل آلومینیومی می‌توانید از واشرهای فلز روی بهره بگیرید.
- برای روشن شدن کران لامپ LED از قطعات بیشتری استفاده کنید.

## پاسخ فعالیت‌ها و پرسش‌های کتاب

۱ اگر بدانیم در فویل آلومینیومی تبدیل زیر اتفاق می‌افتد، معادله زیر را از نظر بار الکتریکی موازنه کنید:

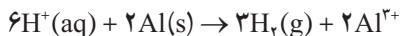


این تیغه دارای چه باری خواهد بود؟ چرا؟ آن را قطب کاتد می‌نامید یا آنده؟  
پاسخ: چون الکترون تولید شده بار منفی خواهد داشت و آن را قطب آند می‌نامیم.

۲ اگر روی تیغه مس واکنش زیر انجام شود، معادله کلی واکنش باتری را بنویسید.



پاسخ:



۳ چرا با گذشت زمان جرم تیغه‌های مسی تغییری نمی‌کند؟

پاسخ: تیغه مسی به عنوان هدایت‌کننده الکترونی عمل می‌کند و در واکنش شرکت نمی‌کند.

۴ آیا با گذشت زمان شدت نور و جریان تغییر می‌کند؟ چرا؟

پاسخ: بله، با کاهش غلظت واکنش‌دهنده‌ها سرعت واکنش کمتر می‌شود و شدت نور و جریان کاهش می‌یابد.

## ارزشیابی

■ ارزشیابی فرایند: بخشی از نمره دانش‌آموزان به فعالیت‌های ایشان در اجرای آزمایش تعلق می‌گیرد 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 به طور کامل انجام دهد. در بخش نظری می‌توانید از مبانی نظری آزمایش سؤال‌هایی مطرح کنید و از دانش آموز بخواهید نتیجهٔ آزمایش فرضی شما را پیش‌بینی و استدلال کند.

### آزمایش مشابه (جایگزین)

آزمایش ساختن یک باتری دست‌ساز ۱۴ سلولی با آب، به عنوان آزمایش جایگزین پیشنهاد می‌شود.



## ۱۹- لایه‌ای براق به رنگ طلا

### هدف‌های آزمایش

- آشنایی با روش آب‌کاری و کاربرد آن؛
- آشنایی با روش اندازه‌گیری فلز جابه‌جا شده طی فرایند آب‌کاری؛
- آشنایی با روش محاسبه بازده درصدی یک واکنش.

### پیشینه آزمایش



«صنعت آب‌کاری» به شکل امروزی آن از اواخر قرن هجدهم و با اختراع پیل الکتریکی و تحقیقات میشل فارادی آغاز شد. امروزه با توجه به اهمیت و کارایی این صنعت در صنایع گوناگون و نقش آن در اقتصاد ملی کشورها، سرمایه‌های عظیمی از سوی دولت‌ها و صاحبان صنایع برای پیشرفت این صنعت هزینه می‌شود. این آزمایش به روشی ساده فرایند آب‌کاری را به دانش‌آموزان آموزش می‌دهد.

### نکته‌های ایمنی

- استفاده از دستکش و عینک ایمنی الزامی است.
- محلول‌ها را مطابق دستورالعمل دور بریزید.

### مهارت کلیدی

- دست‌ورزی در فرایند آب‌کاری؛
- مهارت اندازه‌گیری و سنجش.

## بر دانش خود بیفزایید

در این آزمایش دانش آموزان به مشاهده، انجام و اندازه‌گیری فرایند آب‌کاری می‌پردازند. طی فرایند یک لایه از فلزی مانند کروم، مس یا طلا، روی فلز دیگری می‌نشیند. در فرایند تجاری از آب‌کاری برای بهبود ظاهر، مقاومت در برابر خوردگی و یا بهبود سختی سطح‌های فلزی استفاده می‌شود. این آزمایش توصیف یک روش آب‌کاری برای ایجاد پوشش مسی روی یک کلید برنجی یا دیگر اشیای فلزی مناسب است.



سلول الکتروشیمیایی با استفاده از یک الکتروود مسی به عنوان کاتد (قطب مثبت) و یک کلید برنج به عنوان الکتروود آند (قطب منفی) آماده می‌شود. الکتروودها را داخل محلول مس (II) سولفات اسیدی قرار می‌دهیم و جریان برق برقرار می‌شود به طور مؤثری اتم‌های مس از آند به سطح کلید برنجی کاتد منتقل خواهند شد. در این آزمایش از رابطه قانون فارادی به صورت معادله زیر استفاده می‌شود.

$$\text{جرم فلزی که روی الکتروود می‌نشیند} = \frac{I \times t \times (M)}{96500 \times n}$$

که در آن  $I$  جریان برق برحسب آمپر،  $t$  زمان برحسب ثانیه،  $M$  جرم مولی فلز،  $n$  تعداد مول الکترون‌ها و  $96500$  ثابت فارادی است.

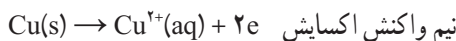
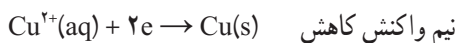
## نکته‌های مهم انجام آزمایش

- سطح کلید را برای آزمایش به خوبی تمیز و آماده کنید.
- برای آب‌کاری بهتر در صورت نیاز چند قطره سولفوریک اسید به محلول بیفزایید.

## پاسخ فعالیت‌ها و پرسش‌های کتاب

۱ نیم واکنش اکسایش و کاهش را برای این آزمایش بنویسید.

پاسخ:



۲ تعداد مول اتم‌های مس جابه‌جا شده از الکتروُد مس را به دست آورید.

پاسخ: برای مثال، اگر  $0.5^\circ$  گرم از جرم الکتروُد مس کاهش یافته باشد، داریم:

$$0.2 \text{ g} \times \frac{1 \text{ mol}}{64 \text{ g}} = 0.003125 \text{ mol}$$

۳ تعداد مول اتم‌های مس اندود شده روی کلید چقدر است؟

پاسخ: برای مثال، اگر  $0.4^\circ$  گرم به جرم کلید افزوده شود، داریم:

$$0.4 \text{ g} \times \frac{1 \text{ mol}}{64 \text{ g}} = 0.00625 \text{ mol}$$

۴ بازده درصدی مس اندود شده را محاسبه کنید.

$$\frac{0.006}{0.008} \times 100 = 75\%$$

پاسخ:

۵ با اینکه پلاستیک نارسا است، امروزه صنعت آب‌کاری پلاستیک گسترش چشمگیری یافته است.

به نظر شما چگونه آب‌کاری روی پلاستیک امکان‌پذیر است؟ در کدام صنایع از این نوع پلاستیک‌ها استفاده می‌شود؟

پاسخ: با استفاده از لاک‌های هدایت‌کننده که از مخلوط رزین‌های آلکید و اپوکسی با ذرات میکرونی گرافیت یا نقره یا پودر فلزی تهیه می‌شوند. با وجود گرانی این لاک‌ها کاربرد این روش بیشتر روی قطعاتی است که به لحاظ شیمیایی قابلیت آب‌کاری ندارند.

امروزه پلاستیک‌های آب‌کاری شده، در صنایع گوناگون، از جمله صنایع خودروسازی، الکترونیک، تولید لوازم خانگی و... گسترش چشمگیری یافته‌اند.

## 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.

## 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.

## ۲۰- پر و خالی شدن خازن‌ها

### هدف آزمایش

بررسی پر و خالی شدن خازن و رسم نمودار اختلاف پتانسیل - زمان برای آن.

### پیشینه آزمایش

در سال ۱۷۴۵م فیزیک‌دان آلمانی، اوالد جرج فون کلایست (۱۷۴۸-۱۷۰۰) توانست الکتریسیته را روی شیشه ذخیره کند. «بطری لیدن» (شکل زیر) شامل یک بطری شیشه‌ای که سطح داخلی و خارجی آن رساناست، نمونه‌ای از اولین خازن‌های ساخته شده است.



### نکته‌های ایمنی

معمولاً کارخانه سازنده خازن مشخصات فنی خازن، نظیر ظرفیت و حداکثر ولتاژ را روی آن درج می‌کند. اگر در مداری، اختلاف پتانسیل دوسر خازن بیش از ولتاژ درج شده روی آن باشد، خازن می‌سوزد. به این پدیده «فروریزش الکتریکی ماده دی‌الکتریک» می‌گویند. این پدیده در عایق بین دو صفحه خازن‌ها معمولاً، با یک جرقه همراه است و در بیشتر مواقع خازن را می‌سوزاند.

### مهارت کلیدی

استفاده از ابزار و توانایی در بستن مدارهای الکتریکی

## بر دانش خود بیفزایید

خازن وسیله‌ای است الکتریکی که می‌تواند بار و انرژی الکتریکی را در خود ذخیره سازد. انواع متفاوتی از خازن‌ها وجود دارند، اما همه آنها شامل حداقل دو رسانا هستند که توسط یک عایق از یکدیگر جدا شده‌اند (مسطح، کروی یا استوانه‌ای - تصویر ۱۰). عایق به کار رفته در خازن‌ها را «دی الکتریک» می‌نامند. وقتی بین دو صفحه خازن هوا وجود داشته باشد، نسبت به وقتی که از مواد دیگر به عنوان دی الکتریک



استفاد شود، خازن ظرفیت کمتری دارد.

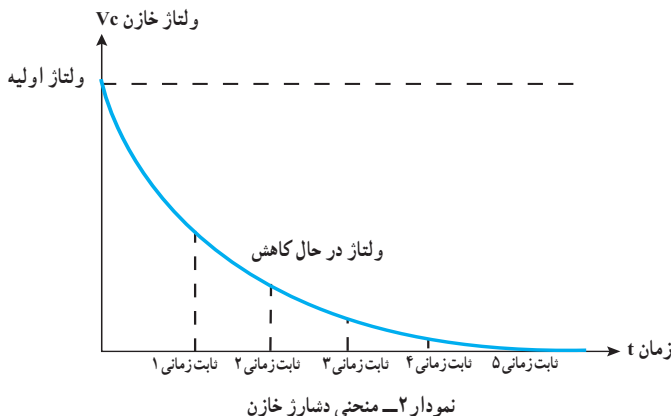
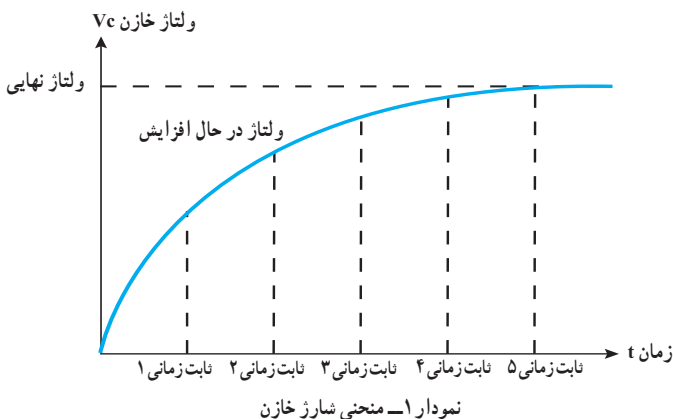
در رابطه  $C = K \frac{\epsilon_0 A}{d}$ ،  $K$  برای هوا یک است و برای بقیه مواد بیشتر از یک است. مثلاً برای آب حدود ۸۰ است. خازن‌ها از نظر عملکرد به دو نوع ثابت و متغیر (در گیرنده‌های رادیویی برای تنظیم فرکانس ایستگاه رادیویی استفاده می‌شود) تقسیم می‌شوند. با پیشرفت فناوری و به‌کارگیری آن در ساخت خازن‌های جدید توانسته‌اند خازن‌هایی در اندازه معمول، ولی با ظرفیت چند فاراد تولید کنند.



## نکته‌های مهم انجام آزمایش

■ برای پر و خالی شدن خازن و رسم نمودار آن باید یک مدار RC (شامل مقاومت اهمی و خازن) تشکیل دهید.

■ اندازه مقاومت را به گونه‌ای انتخاب کنید که حاصل ضرب ظرفیت خازن در مقاومت حدود  $10^0$  شود. به حاصل ضرب مقاومت در ظرفیت خازن «ثابت زمانی» می‌گویند ( $\tau = RC$ ) که واحد آن ثانیه است. با گذشت یک ثابت زمانی، ۶۳ درصد خازن و در ۵ ثابت زمانی، ۹۹ درصد خازن پر می‌شود. هنگام تخلیه در یک ثابت زمانی، تقریباً ۳۷ درصد خازن تخلیه می‌شود. نتیجه آنکه اگر RC کوچک باشد، در یک فاصله کوتاه زمانی خازن پر یا تخلیه می‌شود و قادر نخواهیم بود نقاط مناسب برای رسم نمودار را به دست آوریم (نمودارهای ۱ و ۲، اختلاف پتانسیل – زمان برای پر و خالی شدن خازن).



## پاسخ پرسش‌ها و فعالیت‌های تکمیلی

۱ از شیب نمودارهای پر و خالی شدن خازن چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟  
 پاسخ: سرعت پر و خالی شدن خازن ثابت نیست. بین  $\tau$  تا  $4RC$  برای شارژ صعودی و برای دشارژ نزولی و بعد از آن برای شارژ و دشارژ شیب تقریباً  $\circ$  است.

۲ بررسی کنید زمان روشن و خاموش شدن چراغ‌های چشمک‌زن را چگونه تنظیم می‌کنند؟  
 پاسخ: با تغییر RC در مدار آنها زمان چشمک‌زدن چراغ‌ها را تغییر می‌دهند.

## ارزشیابی

با در اختیار گذاشتن وسایل لازم و به کمک اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل، از دانش‌آموزان بخواهید نمودار پر شدن یا خالی شدن خازن را رسم کنند.

## آزمایش مشابه (جایگزین)

اگر دو لیوان فلزی مخروط شکل یکسان داشته باشیم که به راحتی بتوان آنها را داخل هم قرار داد و بین آنها عایقی به عنوان دی‌الکتریک قرار دهیم، به این ترتیب خازنی خواهیم داشت که می‌توان آن را برای شارژ و دشارژ به کار برد. یا اگر داخل و خارج یک ظرف پلاستیکی مناسب را با برگ آلومینیومی بپوشانیم، خازنی خواهیم داشت که با انتخاب ظرف بزرگ، ظرفیت خازن نیز افزایش می‌یابد.



## ۲۱- مدار و دستگاه‌های اندازه‌گیری الکتریکی

### هدف‌های آزمایش

- کسب توانایی بستن مدار الکتریکی و شناخت اجزای مدار و نقش آنها؛
- آشنایی با دستگاه‌های اندازه‌گیری الکتریکی و چگونگی کار با آنها؛
- شناخت و کسب توانایی کار با دستگاه چندکاره الکتریکی (مولتی‌متر).

### پیشینه آزمایش

با اختراع پیل ولتا در سال ۱۸۰۰ میلادی توسط الساندر وولتا (۱۷۴۵-۱۸۲۷)، دانشمندان توانستند با استفاده از این مولد مدارهای متفاوتی بسازند و در مدت کوتاهی آب را به دو عنصر اکسیژن و هیدروژن تجزیه کنند. به دنبال آن، هانس کریستیان اورستد (۱۷۷۷-۱۸۵۱)، فیزیک دان و شیمی دان مشهور دانمارکی، در سال ۱۸۲۰ در حالی که مشغول آموزش الکتریسیته و تولید جریان با پیل الکتریکی بود، متوجه انحراف عقربه قطب‌نمایی شد که در کنار سیم حامل جریان قرار داشت. به این ترتیب به ارتباط مستقیم الکتریسیته و مغناطیس پی برده شد. می‌توان گفت با این آزمایش، اولین آمپرسنج، وسیله اندازه‌گیری شدت جریان الکتریکی به وجود آمد. امروزه پیشرفت‌های فراوانی در زمینه باتری‌ها و دستگاه‌های اندازه‌گیری صورت پذیرفته‌اند. باتری‌های امروزه علاوه بر اینکه می‌توانند بارها شارژ و دوباره استفاده شوند، نسبت به باتری‌های اولیه به مدت زیادی می‌توانند ولتاژ ثابتی را تولید کنند و مقاومت درونی خیلی کمی دارند. دستگاه‌های اندازه‌گیری اولیه «آنالوگ» (عقربه‌ای) بودند و اندازه آنها بزرگ بود. اما امروزه دیجیتال هستند و علاوه بر اینکه اندازه کوچکی دارند، از دقت خیلی بالاتری برخوردار هستند.

### نکته‌های ایمنی

- هنگام بستن مدار الکتریکی به علامت پایانه‌های مثبت و منفی (+ و -)، منبع تغذیه، ولت سنج، آمپرسنج و مولتی‌متر توجه داشته باشید که به درستی وصل شوند.
- مراقب باشید دو سر خروجی منبع تغذیه مستقیماً به هم وصل نشوند که سبب اتصال کوتاه شود و دستگاه آسیب ببیند.
- هنگام کار با ابزارهای الکتریکی و به ویژه ولتاژ ۲۲۰ ولت، مراقب سیم‌های اتصال باشید که سالم باشند و زدگی نداشته باشند.

## مفاهیم کلیدی

- مقاومت الکتریکی، عامل کنترل شدت جریان است.
- شدت جریان، برابر بار عبوری در یک ثانیه است.
- اختلاف پتانسیل، عامل شارش بار الکتریکی یا جریان است.
- شدت جریان عبوری از یک مدار به اختلاف پتانسیل و مقاومت آن بستگی دارد.

## مهارت‌های کلیدی

- به کارگیری ولت‌سنج و آمپر‌سنج، برای اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل و شدت جریان؛
- استفاده از منبع تغذیه آزمایشگاهی به عنوان یک دستگاه مبدل الکتریکی کاهنده؛
- به کارگیری دستگاه مولتی متر یا چند کاره الکتریکی برای اندازه‌گیری کمیت‌های اساسی مدارهای الکتریکی.

## بر دانش خود بیفزایید

کمیت‌های اصلی که در مدار الکتریکی با آنها سروکار داریم، عبارت‌اند از: جریان، اختلاف پتانسیل، مقاومت و توان. به مسیر بسته‌ای که از به هم پیوستن اجزای الکتریکی مانند مقاومت، خازن، پیچ و ... به وجود می‌آید و جریان الکتریکی می‌تواند در این مسیر جاری شود، «مدار الکتریکی» گفته می‌شود. یکاهای اندازه‌گیری الکتریکی بر اساس سیستم بین‌المللی یکاها یا SI بیان می‌شوند. این یکاهای استاندارد برای



ولتاژ، جریان، مقاومت و توان، به ترتیب، «ولت» (V)، «آمپر» (I)، «اوم» ( $\Omega$ ) و «وات» (W) هستند. گاهی در مدارها و سیستم‌های الکتریکی و الکترونیکی مقدار یک کمیت بسیار بزرگ یا بسیار کوچک است و برای بیان یکای آن باید از پیشوندهایی استفاده کرد؛ مانند «کیلو اوم» (k $\Omega$ )، «مگا اوم» (M $\Omega$ )، «میلی آمپر» (mA)، «کیلو ولت» (kV)، «مگاوات» (Mw).

دستگاه‌های اندازه‌گیری رایج، عبارت‌اند از:

- آمپرسنج: برای اندازه‌گیری شدت جریان که به صورت متوالی در مدار قرار می‌گیرد.
- ولت‌سنج: برای اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل که بین دو نقطه یا قسمتی از مدار قرار می‌گیرد.
- اهم‌سنج: برای اندازه‌گیری مقاومت یک قطعه یا قسمتی از مدار و همچنین کمیت‌های الکتریکی دیگر استفاده می‌شود.

## نکته‌های مهم انجام آزمایش

- هیچ‌گاه آمپرسنج را مستقیماً به دو سر مولد یا منبع تغذیه وصل نکنید. چون مقاومت آن ناچیز است و جریان خیلی زیادی از آن عبور می‌کند که در صورت نداشتن فیوز، باعث از بین رفتن قسمت‌های داخلی دستگاه می‌شود. در صورت داشتن فیوز هم، فیوز می‌سوزد و باید آن را تعویض کرد (آمپرسنج به صورت متوالی یا سری در مدار قرار می‌گیرد).
- ولتاژ لامپ‌های مورد آزمایش را از روی مشخصات آنها بخوانید و سپس ولتاژ لازم را اعمال کنید.
- ابتدا کلید انتخابگر (سلکتور) مولتی‌متر را به درستی انتخاب (ولت، آمپر یا اهم) و سپس از آن استفاده کنید.

## پاسخ پرسش‌های متن

بند ۳: روشنایی لامپ ابتدا کم و سپس زیاد می‌شود. زیرا مقاومت مدار توسط «رئوستا» ابتدا زیاد و سپس کم می‌شود.

## پاسخ پرسش‌ها و فعالیت‌های تکمیلی

- کلید، رئوستا و پتانسیومتر چه نقشی در مدارهای الکتریکی دارند؟  
پاسخ: کلید وسیله‌ای برای وصل و قطع کردن مدار است. رئوستا یک مقاومت متغیر است که با تغییر مقاومت، شدت جریان را کنترل می‌کند و در مدار به صورت متوالی یا سری قرار می‌گیرد. «پتانسیومتر» از نظر ظاهر همانند رئوستا است، اما باید برای جریان‌های خیلی کم از آن استفاده کرد. پتانسیومتر به صورت موازی در مدار قرار می‌گیرد. و نقش تقسیم‌کننده ولتاژ را دارد.

۲ اگر در مداری ولت سنج را به صورت متوالی ببندیم، چه تأثیری در مدار می‌گذرد چرا؟ پاسخ: چون مقاومت درونی ولت سنج‌ها بسیار زیاد است، اگر به صورت متوالی در مدار قرار گیرند، مدار حالت قطع به خود می‌گیرد و جریان قابل توجهی را از خود عبور نمی‌دهد.

۳ فیوز چیست؟ چگونه در مدار قرار می‌گیرد و چه نقشی در دستگاه‌ها دارد؟ پاسخ: «فیوز» یک رشته سیم نازک درون لوله‌ای شیشه‌ای و یا یک سیم پیچ است که اگر جریان عبوری از یک مدار یا یک دستگاه از مقدار معینی بیشتر شود، می‌سوزد یا مدار را قطع می‌کند تا بر اثر عبور جریان، آسیب زیادی به دستگاه نرسد. در واقع فیوز نقش محافظ را در دستگاه‌های الکتریکی دارد و به صورت متوالی در مدار قرار داده می‌شود.

## ارزشیابی

- چرا باید آمپرسنج به صورت متوالی در مدار قرار گیرد؟
- فیوزها چه تفاوتی با هم دارند؟
- شدت روشنایی لامپ‌ها (توان لامپ) به چه عواملی بستگی دارد؟

## آزمایش‌های مشابه (جایگزین)

ندارد.

## ۲۲- مقاومت ویژه رسانای فلزی

### هدف‌های آزمایش

- کسب توانایی اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی یک قطعه سیم المنت بخاری برقی؛
- کسب توانایی اندازه‌گیری مقاومت ویژه سیم المنت.

### پیشینه آزمایش

استفاده از سیم‌هایی که مقاومت زیادی دارند، در وسیله‌هایی برای گرم کردن خانه‌ها، به دهه ۱۹۵۰ برمی‌گردد. هنوز هم استفاده از این روش برای گرم کردن متداول است.



### نکته‌های ایمنی

- مدار الکتریکی را ابتدا کنترل (آمپرسنج متوالی و ولت‌سنج موازی) و سپس کلید را وصل کنید.
- به ولتاژ خروجی مبدل توجه داشته باشید که ابتدا صفر باشد و سپس ولتاژ مورد نظر را اعمال کنید.
- هنگام وصل کلید، نگاهتان به آمپرسنج و ولت‌سنج باشد که اگر انحراف عقربه زیاد بود، به سرعت مدار را قطع کنید.

## مفهوم کلیدی

براساس قانون اهم، شدت جریان عبوری از یک رسانا ( $\rho$ ) به مقاومت آن بستگی دارد. با داشتن ویژگی‌های یک رسانا مانند طول ( $l$  به واحد متر)، سطح مقطع ( $A$  به مترمربع) و مقاومت ( $R$  به واحد اهم) آن، می‌توان مقاومت ویژه رسانا را از رابطه  $\rho = R \frac{A}{l}$  به دست آورد.

## مهارت‌های کلیدی

- توانایی کار با ابزارهای اندازه‌گیری الکتریکی در مدار؛
- توانایی محاسبه مقاومت ویژه رسانای فلزی.

## بر دانش خود بیفزایید

مقاومت ویژه الکتریکی یک خصوصیت ذاتی مواد است که میزان مقاومت آنان نسبت به جریان را نشان می‌دهد. یکای مقاومت ویژه الکتریکی در دستگاه SI «اوم – متر» است. مقاومت ویژه از اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی مواد به دست می‌آید.

یک رسانای خوب مانند فلز، رسانایی بالا و مقاومت کمی دارد. برعکس، یک نارسانا یا عایق الکتریکی مانند شیشه، مقاومت ویژه بالایی دارد. مقاومت ویژه مواد به دما بستگی دارد. در رساناهای فلزی با افزایش دما، مقاومت ویژه نیز افزایش می‌یابد. یعنی ضریب تغییر مقاومت آنها مثبت (+) است. اما مواد نیم‌رسانا، مانند گرافیت، ضریب تغییر مقاومت ویژه منفی (-) دارند. یعنی با افزایش دما، مقاومت ویژه آنها کاهش می‌یابد.

## نکته مهم انجام آزمایش

مقدار شدت جریان و اختلاف پتانسیل را از روی آمپرسنج و ولت‌سنج به دقت بخوانید و آزمایش را چند بار تکرار کنید و میانگین بگیرید، تا در پایان مقاومت ویژه به دست آمده به اندازه‌های داده شده در جدول کتاب درسی نزدیک باشد.

## پاسخ پرسش‌ها و فعالیت‌های تکمیلی

۱ سیم‌های رسانا با مقاومت ویژه بالا چه کاربردهایی دارند؟  
پاسخ: در وسایل گرمازا، مانند اتو و اجاق‌های برقی، از سیم‌های رسانای با مقاومت بالا استفاده می‌کنند.

۲ سیم‌های انتقال انرژی برق چه ویژگی باید داشته باشند؟  
پاسخ: در صورت امکان باید مقاومت سیم‌های انتقال بسیار ناچیز باشد تا بر اثر عبور جریان برق گرم نشوند و خودشان جزو مصرف‌کننده‌ها نباشند.

۳ چرا در آزمایش‌های اندازه‌گیری مقاومت رسانای فلزی، ولتاژهای کم مناسب‌تر است؟  
پاسخ: اگر ولتاژ اعمال شده به دو سر رساناهای فلزی بیشتر باشد، سیم رسانا گرم می‌شود و مقاومت افزایش می‌یابد. در صورتی که شرط قانون اهم این است که دما ثابت باشد.

## ارزشیابی

■ در اندازه‌گیری مقاومت ویژه رسانا، چه نکاتی را رعایت کنیم تا اندازه‌ی پایانی به اندازه واقعی نزدیک‌تر باشد؟

■ مقاومت ویژه رسانا به چه عواملی بستگی دارد؟

■ مقاومت ویژه رسانا ثابت است یا تغییر می‌کند؟

## آزمایش‌های مشابه (جایگزین)

ندارد.

## ۲۳- دیود نورگسیل و قانون اهم

### هدف‌های آزمایش

- آشنایی دانش‌آموزان با دیود نورگسیل و انواع آن؛
- کسب توانایی رسم نمودار شدت جریان برحسب اختلاف پتانسیل برای دیودهای نورگسیل با رنگ‌های متفاوت.

### پیشینه آزمایش

اولین دیود نورگسیل تولید صنعتی در سال ۱۹۶۲ و تنها با رنگ قرمز (ترکیب آلومینیم، گالیم و آرسناید) وارد بازار شد. در دهه ۱۹۷۰ میلادی، LEDهای سبز، آبی، زرد و نارنجی تولید شدند. دیودهای نورگسیل اولیه بازده پایینی داشتند و تنها در مدارهای الکترونیکی از آنها استفاده می‌شد. رفته‌رفته با پیشرفت فناوری، بازده نوری آنها افزایش یافت تا اینکه در دهه ۱۹۸۰ و اوایل دهه ۱۹۹۰، LEDها به‌صورت گروهی و با کارایی بسیار بالا وارد بازار شدند. دیودهای نورگسیل امروزه قسمت زیادی از روشنایی مورد نیاز بشر را در جهان تأمین می‌کنند و روز به روز هم استفاده از آنها بیشتر می‌شود.

### نکته ایمنی

دیودهای نور گسیل اگر به اختلاف پتانسیل مناسب وصل شوند، نسبت به لامپ‌های معمولی عمر طولانی‌تری دارند، بنابراین اگر به‌جای دو باتری قلمی از منبع تغذیه استفاده می‌کنید، مواظب باشید که اختلاف پتانسیل دوسر دیودهای نورگسیل از  $\frac{3}{5}$  ولت بیشتر نشود.

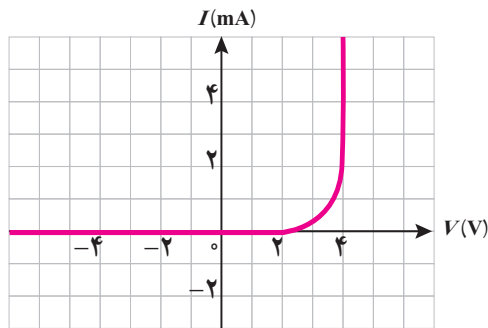
### مهارت‌های کلیدی

- بستن مدار ساده الکتریکی مناسب؛
- استفاده از مولتی‌متر؛
- رسم نمودار.



## بر دانش خود بیفزایید

دیود نورگسیل یک وسیله غیراھمی است و نمودار جریان برحسب اختلاف پتانسیل آن، برخلاف رساناهای اھمی که خط راست است، مطابق نمودار ۳ است. مشاهده می‌شود که تا ولتاژ معینی هیچ جریانی از مدار عبور نمی‌کند. به این ولتاژ، «ولتاژ آستانه» می‌گویند. ولتاژ آستانه دیودهای نورگسیل به ساختار درونی آنها بستگی دارد که فراتر از بحث این کتاب است. تفاوت در ولتاژ آستانه می‌تواند باعث ایجاد نور با طول موج‌های متفاوت و در نتیجه رنگ‌های گوناگون شود. ولتاژ آستانه برای تعدادی از دیودهای نورگسیل معمولی در جدول ۶ آورده شده است.



نمودار جریان برحسب اختلاف پتانسیل برای یک دیود نورگسیل









جدول ۶— ولتاژ آستانه برای برخی دیودهای نورگسیل

دیود نورگسیل	قرمز	زرد	نارنجی	آبی	سبز	بنفش	سفید
ولتاژ آستانه (V)	۱/۶	۲/۱	۲	۲/۵	۱/۹	۲/۸	۳/۲

## نکته‌های مهم انجام آزمایش

- به‌طور معمول حداکثر جریانی که از دیودهای نورگسیل معمولی می‌گذرد، باید حدود  $20^\circ$  میلی‌آمپر باشد تا دیودها آسیب نبینند.
- بیشترین اختلاف پتانسیل هم کمی بالاتر از ولتاژ آستانه است که برای رنگ‌های مختلف متفاوت است و در جدول ۷ مشاهده می‌شود.

جدول ۷

Color of LED	Voltage Drop (Volt)
 قرمز	۱/۶۳ ~ ۲/۰۳
 زرد	۲/۱۰ ~ ۲/۱۸
 نارنجی	۲/۰۳ ~ ۲/۱۰
 آبی	۲/۴۸ ~ ۳/۷
 سبز	۱/۹ ~ ۴/۰
 بنفش	۲/۷۶ ~ ۴/۰
 فرابنفش	۳/۱ ~ ۴/۴
 سفید	۳/۲ to ۳/۶

## پاسخ پرسش‌ها و فعالیت‌های تکمیلی

آیا دیودهای نورگسیل از قانون اهم پیروی می‌کنند؟ چرا؟  
پاسخ: خیر، زیرا نمودار شدت جریان برحسب اختلاف پتانسیل آن، خط راست نیست.

## ارزشیابی

به دانش‌آموزان چند دیود نورگسیل با رنگ‌های متفاوت، باتری‌های قلمی، پتانسیومتر و سیم‌های رابط بدهید و از آنها بخواهید، نمودار شدت جریان برحسب اختلاف پتانسیل را برای دیود معمولی رسم کنند.

## آزمایش‌های مشابه (جایگزین)

می‌توانید به جای دیود نورگسیل از دانش‌آموزان بخواهید که نمودار شدت جریان برحسب اختلاف پتانسیل را برای دیود معمولی رسم کنند. اساس کار دیودهای نورگسیل و دیودهای معمولی خیلی شبیه به هم است.

## 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 تصفیهٔ آب کمک می‌کند. پدیدهٔ تصفیهٔ 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 لایهٔ بالایی ماسهٔ 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 مرحلهٔ 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 مرحلهٔ بعد ماسهٔ بادی می‌ریزیم که بسیار دانه ریز است.

### یافته من

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

### پاسخ فعالیت‌ها و پرسش‌ها کتاب

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

### نکته تکمیلی

روش‌های تصفیهٔ 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:  $۵۱^\circ$  درجه و  $۳^\circ$  دقیقه

عرض جغرافیایی تهران:  $۳۵^\circ$  درجه و  $۳^\circ$  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  $۶۰^\circ$  درجه و  $۵۱$  دقیقه طول شرقی (حدود  $۶۱$  درجه) و  $۲۹^\circ$  درجه و  $۳$  دقیقه عرض شمالی

و تبریز از لحاظ مختصات جغرافیایی در  $۴۶^\circ$  درجه و  $۲۵$  دقیقه طول شرقی (حدود  $۴۶$  درجه) و  $۳۸^\circ$  درجه و  $۲$  دقیقه

$۱۵ = ۴۶ - ۶۱$

عرض شمالی واقع شده است:

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  $۵۱^\circ$  درجه و  $۳^\circ$  دقیقه و طول جغرافیایی پکن  $۱۱۶^\circ$  درجه و  $۳^\circ$  دقیقه است.

یعنی اختلاف طول جغرافیایی آنها حدود  $۶۵$  درجه است. اگر این عدد را بر  $۱۵$  تقسیم کنیم، اختلاف ساعت

$۴^\circ = ۱۳ : ۲ = ۴ - ۱۸$

آنها حدود ۴ ساعت و  $۲^\circ$  دقیقه به دست می‌آید. پس:

یعنی پخش زنده در تهران در ساعت  $۴ : ۱۳$  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

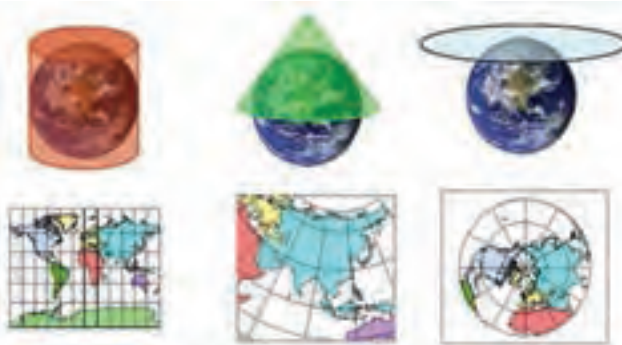
برای ترسیم نقشه کشورهای مختلف که بر روی کره جغرافیایی سه‌بعدی واقع شده‌اند بر روی نقشه دوبعدی باید از سیستم تصویر نقشه استفاده شود. در اینجا به معرفی سیستم تصویر نقشه می‌پردازیم:

#### سیستم تصویر نقشه

به تصویر کردن عوارض روی سطح زمین به‌عنوان سطح یک بیضوی سه‌بعدی به صفحه نقشه دوبعدی 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 دوبعدی 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



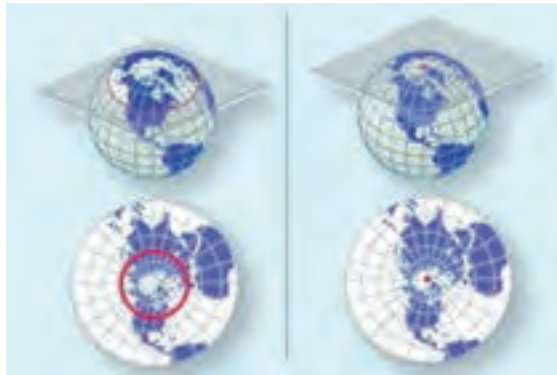
شکل ۳- سیستم مرکاتور مماسی و متقاطع

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.

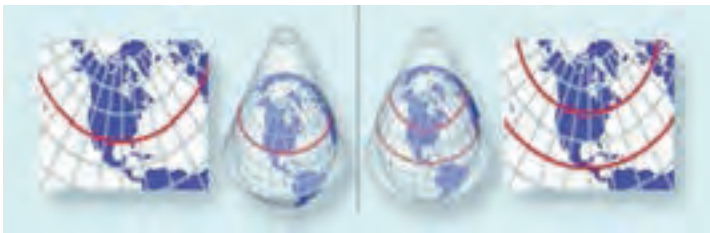
این سیستم را می‌توان برای نیم‌کره شمالی، جنوبی و یا با هر زاویه دیگر استفاده کرد. همان‌طور که

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 واقعی‌تر است؟

پاسخ: اندازه وسعت اقیانوس آرام واقعی‌تر 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

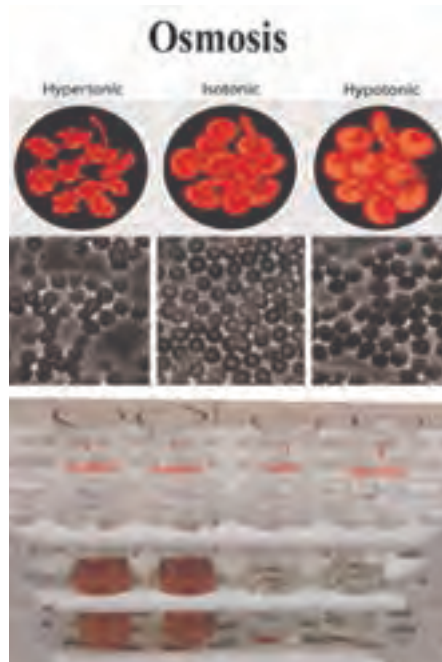
بافت خونی شامل پلاسما و یاخته‌های خونی است. گلبول‌های قرمز یا اریتروسیت‌ها دارای دو بخش متمایز هستند: یکی قسمت غشایی که باعث جلوگیری از خروج هموگلوبین می‌شود و دیگری هموگلوبین که بیشتر فضای درون سلولی را فرا می‌گیرد. «همولیز» عبارت است از خروج هموگلوبین از گلبول‌های قرمز تحت تأثیر هر عاملی. بنابراین 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.

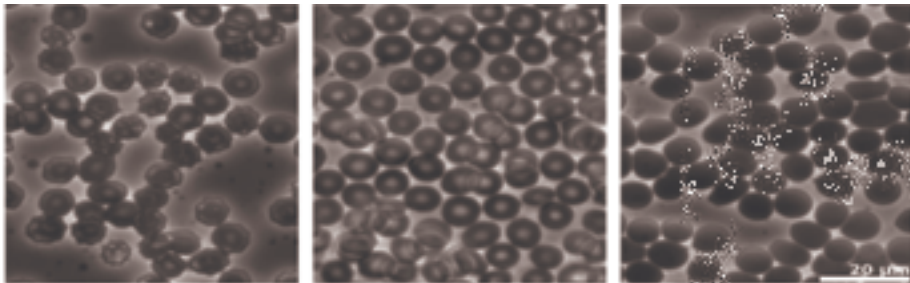


گلبول قرمز در محیط کم فشار (راست)، هم فشار (وسط) و پرفشار (چپ)

پرفشار

هم فشار

کم فشار



گلبول‌های قرمز



## نکته‌های مهم انجام آزمایش

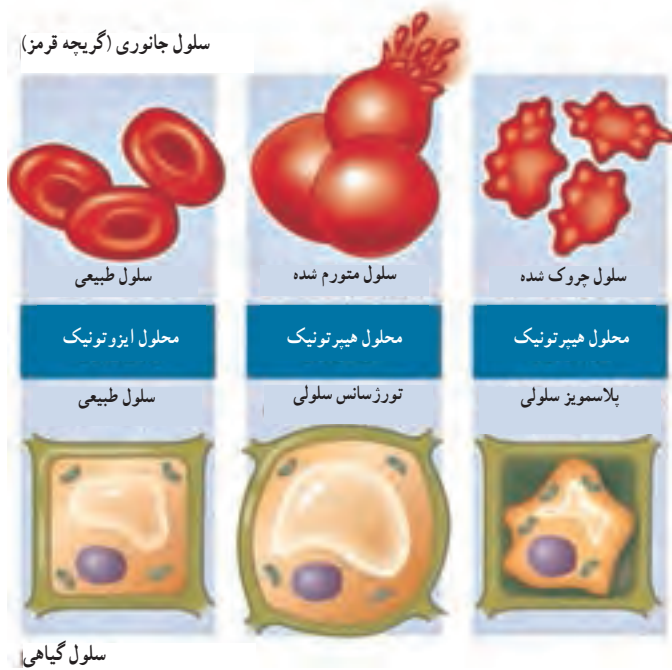
- دقت کنید که لوله‌های آزمایش کاملاً تمیز و عاری از هر گونه آلودگی باشند.
- لوله‌ها را با برچسب شماره گذاری کنید و به ترتیب در جالوله‌ای قرار دهید.
- برای تهیه محلول‌های مورد نظر از آب مقطر استفاده کنید.
- برای جلوگیری از انعقاد خون در طول آزمایش، بهتر است از «خون هپارینه» استفاده شود.
- تیغک‌های کاملاً 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.

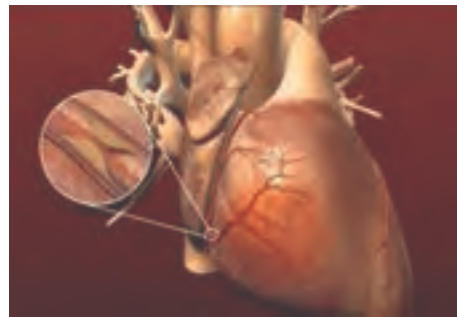
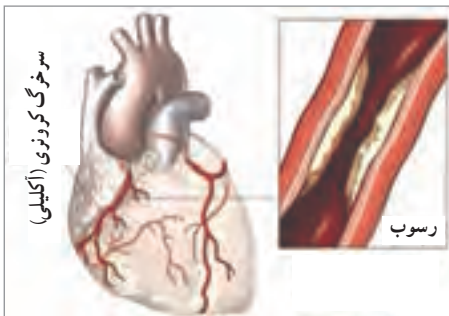
## ۶- بنیه من چقدر است؟

### 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 کرونر، برای تعیین سطح فعالیت قابل تحمل بیمار نیز استفاده می‌شود. همچنین بعد از سکنه 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. نکتهٔ 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 همهٔ 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 سابقهٔ 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 شاخهٔ خاصی از طب به نام «جالینوسی» (علم مواد دارویی و تهیهٔ آنها) بود.

در قرن اول میلادی نخستین کارهای معتبر در مورد علم گیاه‌درمانی انجام شد. دیوسکوریدوس که اساس کار خود را بر پایهٔ 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 وظیفهٔ 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.

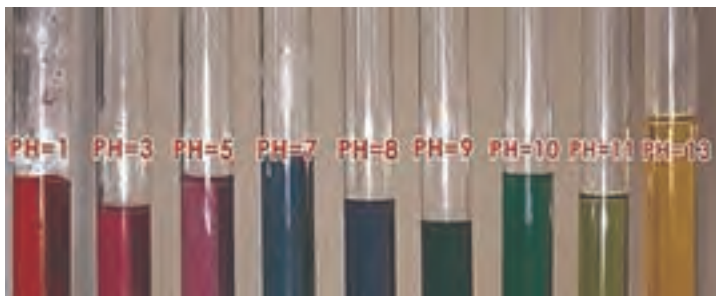
این سبزی‌ها احتمال ابتلا به بیماری‌های قلبی عروقی را کاهش می‌دهند، زیرا چربی کم و فیبر بالایی دارند و غنی از اسید فولیک، ویتامین C، پتاسیم و منیزیم هستند. منیزیم در تنظیم میزان قند خون و پتاسیم در تنظیم فشار خون و عملکرد قلب مؤثر است. این گیاهان به علاوه دارای ترکیباتی مانند لوتئین، بتا کریپتو گزانتین، 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.

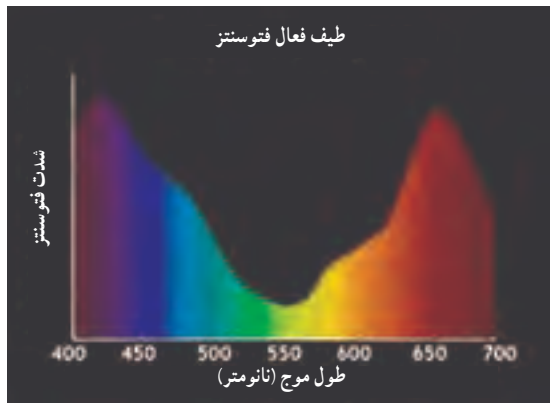


نور رشد گیاه و انجام واکنش‌های فتوشیمیایی در گیاهان را تأمین می‌کند. رنگیزه‌های برگ قدرت جذب پرتوهای نور مرئی خورشید را دارند. پس از جذب انرژی فوتون‌ها، به وسیله رنگیزه‌ها، الکترون‌ها به سطح انرژی بالاتری منتقل می‌شوند. چنین مولکولی را مولکول تحریک شده می‌گوییم. این مولکول‌ها بسیار ناپایدارند و به سرعت 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 ۷۰۰-۴۰۰ 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 ۷۰۰ نانومتر (مادون قرمز) فقط اثر حرارتی دارند و اثر مستقیم بر فتوسنتز ندارند. طول موج‌های کمتر از ۴۰۰ 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.

### فتوتروپیسم (نورگرایی)

اگر گیاهی را در سایه برویانیم، به سمت نور خم می‌شود. این پدیده را در گیاهان «فتوتروپیسم» 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 دادشان 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

معدن 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

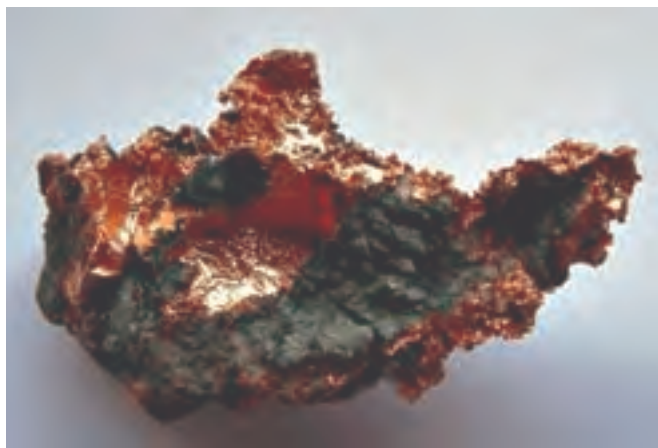
- استفاده از عینک و دستکش ایمنی الزامی است.
- در مورد دورریختن مس (II) اکسید مطابق دستورالعمل پسماند مواد شیمیایی عمل کنید.

## مهارت‌های کلیدی

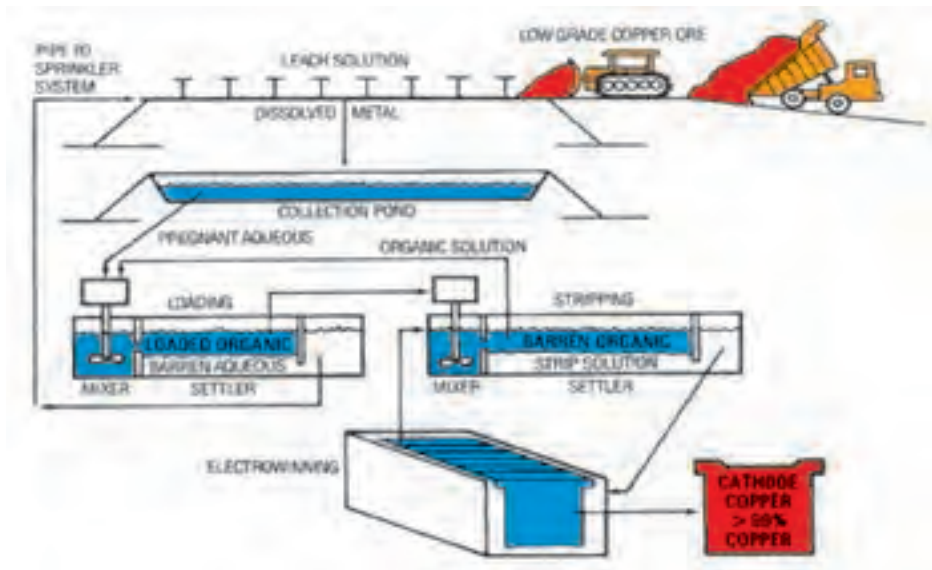
- مهارت کارکردن با شعله و دمای بالا
- روش‌های جداسازی و استخراج مواد

## بر دانش خود بیفزایید

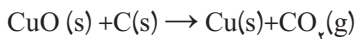
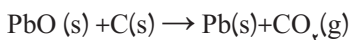
امروزه مس را به روش‌های اقتصادی‌تری استخراج می‌کنند. در یکی از این روش‌ها، سنگ‌های معدنی مس گوگردار را در کوره‌های ذوب به مخلوطی از سولفورهای مس و آهن که «مات مس» نام دارد، تبدیل می‌کنند. سپس این مخلوط توسط یک «کنورتور» (مبدل) به مس خام تبدیل می‌شود که بعد از تصفیه و ذوب کاندی مس فلزی به روش‌های متفاوتی (برق‌کافت و...) به دست می‌آید. این روش، به دلیل مصرف سوخت کمتر (وجود عناصر گرم‌مای 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.



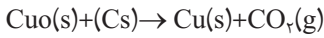
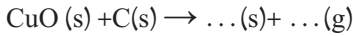
## نکته‌های مهم انجام آزمایش

■ 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.

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

پاسخ:

و اگر مقدار به دست آمده ۱/۱ 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

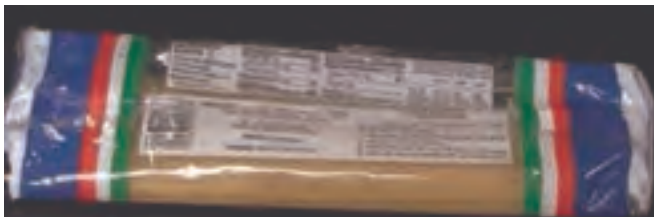
- آشنایی با نحوه تعیین انرژی موجود در مواد غذایی؛
- مقایسه انرژی موجود در مواد غذایی متفاوت.

### 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 قرار گیرند 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

- 1 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، سیب زمینی و گندم به این منظور استفاده می‌شود. نشاسته به طور طبیعی یک پلیمر گیاهی ضعیف است که خاصیت هیدروفیلی دارد. این آزمایش به تهیه یک نوع پلاستیک از نشاسته سیب زمینی 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

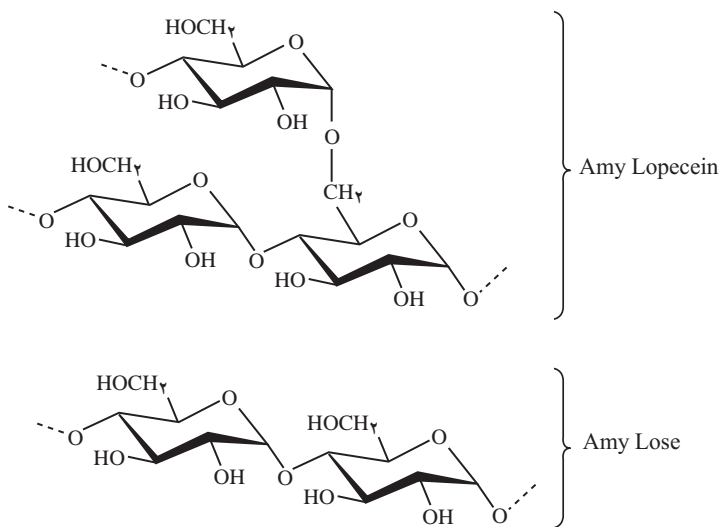


ظرف‌هایی که با پلاستیک‌های پایه نفتی ساخته می‌شوند، با پلیمرهای زیست تخریب پذیر هم قابل تولیدند و در استفاده از این پلاستیک‌ها هیچ محدودیتی وجود ندارد. ضمن اینکه پلیمرهای گیاهی از انعطاف بیشتری برخوردارند، در میکروفر قابل استفاده‌اند و برخلاف «پلی استایرن» که استفاده از آن در دمای بالاتر از ۶۵ درجه مجاز 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 محیط زیست، 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، به عنوان تمرینی برای آموزش اهمیت پلاستیک‌های زیست تخریب پذیر و روش تهیه آنها، می‌تواند مفید باشد و با گسترش آن، می‌توان از آن برای معرفی بیوپلاستیک‌ها، صنعت تهیه پلیمرها و به کارگیری مواد افزودنی مثل نرم کننده و غیره استفاده کرد. در اینجا فرایند استخراج نشاسته، مشابه آنچه در صنعت برای استخراج آن انجام می‌شود، به کار رفته و سپس موارد استفاده از آن در تهیه پلاستیک‌ها برای به کارگیری در مواد بسته بندی، به ویژه 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 شاخه دار 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 ویژگی‌های 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 برحسب میلی‌گرم، گرم یا کیلوگرم بیان شوند. درصد جرمی را با علامت W/W نیز بیان می‌کنند.

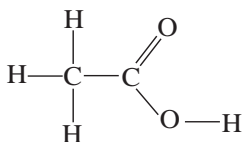
### نکته‌های ایمنی

- 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



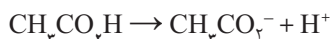
«استیک اسید» با فرمول مولکولی  $\text{CH}_3\text{COOH}$  بی‌رنگ و با بوی خاص و وزن مولکولی ۶۰/۰۵، جزو اسیدهای آلی است. در سرکه موجود است و اسید خوراکی محسوب می‌شود. این ماده قطبی و در آب محلول است. در سرکه تقریباً ۱۸-۴ درصد وزنی استیک اسید وجود دارد. استفاده از اسید استیک در شیمی، به عهد باستان



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 موزوی 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      ۲/۳۰-۳/۶      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 اسکوریک اسید (ویتامین C)، استیک اسید و همچنین سالیسیک 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

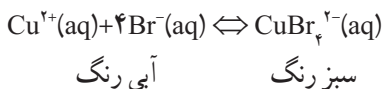
در تهیه محلول تعادلی به غلظت محلول‌ها دقت کنید. این تعادل بین مس محلول و مس برمید به وجود می‌آید که با تغییر شرایط محیطی جابه‌جا می‌شود. ممکن است نیاز به تغییر غلظت بیان شده باشد به تجربه غلظت مناسب را به دست آورید.

## 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؟



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.

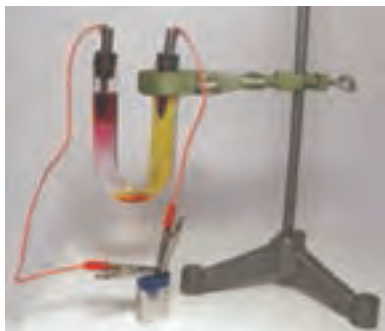
## ۱۴- آیا هر عنصری از برق کافت محلول آن به دست می‌آید؟

### 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.

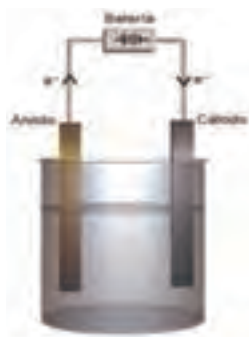
### نکته‌های ایمنی

- 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
- به کارگیری جریان الکتریکی در جداسازی

## بر دانش خود بیفزایید



برق‌کافت یا «الکترولیز» در شیمی و صنعت، شیوه‌ای برای تجزیه و خالص‌سازی عناصرها 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.

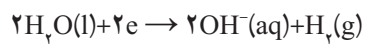
## پاسخ فعالیت‌ها و پرسش‌های کتاب

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  $\text{OH}^-$  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.

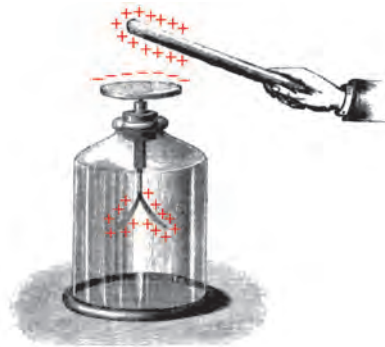
### پیشینه آزمایش

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 «ورسوم» (Versorium) نامید. با نزدیک کردن جسم باردار به نوک عقربه ورسوم، 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).



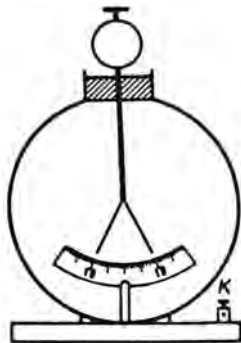
### نکته ایمنی

هنگام درست کردن بدنه الکتروسکوپ دستکش کار بپوشید.

### مهارت‌های کلیدی

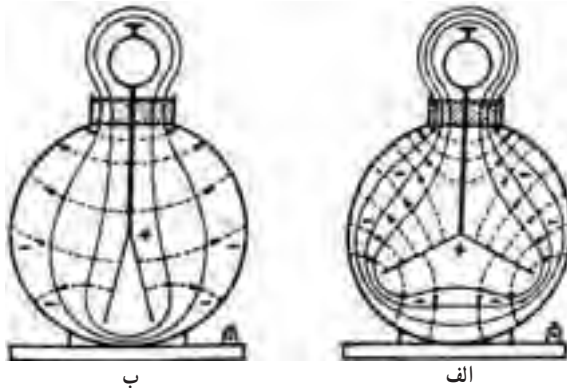
- مهارت کار با ابزار و وسایل ساده؛
- مهارت کار با الکتروسکوپ.

### 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 خط چین 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.



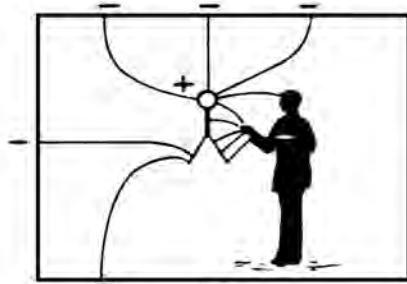
دور شدن برگه‌ها از هم، به نیروی مؤثر بر آنها، یعنی سرانجام به شدت میدان الکتریکی در نزدیکی آنها، بستگی دارد. هرچه اختلاف پتانسیل بالاتر باشد، شدت میدان در نزدیکی برگه‌ها بزرگ‌تر و در نتیجه زاویه انحراف بزرگ‌تر است. با ایجاد اختلاف پتانسیل‌های یکسان بین برگه‌ها و محفظه، مشاهده می‌شود که برگه‌ها انحراف 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.

الکتروسکوپی 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. میلهٔ 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 عقربهٔ 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 میلهٔ پلاستیکی را با پارچهٔ 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.

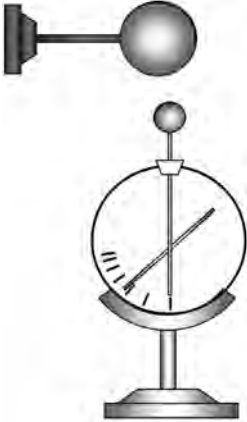
۴ بسته به بار میله، هر سه حالت ممکن است.

- 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 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 همان‌ند، 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 القا شده 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 القا 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 قطعه‌ای 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 جدا کردن 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 همان‌ها 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

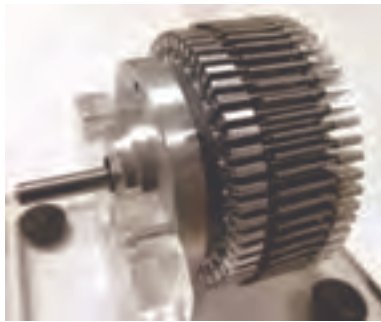
جریان‌های دارای اختلاف پتانسیل زیاد می‌توانند شوک ایجاد کنند. برای در امان ماندن بهتر است هنگام به کارگیری آنها دقت بیشتری کرد.

## 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 جبابی، 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 حساب لامپ های رشته ای را بر از گاز می کنند؟ مناسب ترین گاز برای آنها چه نوع گازی است؟ و چه نقشی دارد؟

پاسخ: اگر درون حساب 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 حساب 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.

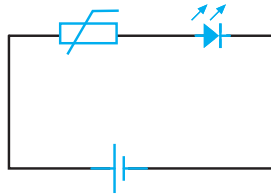
۳ .....

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 به‌وجود 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» (به‌منظور 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 نیروی درون‌سو به 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.

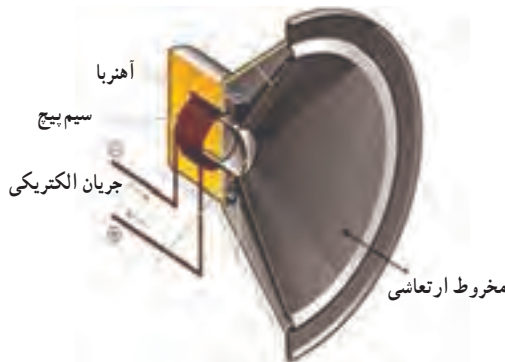
## ۲۴- چگونه یک بلندگوی ساده بسازیم؟

### 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 دست ساز 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 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 (۱۶۰۰ م)، 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 به‌طور 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، به‌طور 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 به‌طور 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 به‌طور 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 «فریت» 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 افزایشده 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 افزایشده 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 افزایشده و کاهنده در چیست؟

## آزمایش مشابه (جایگزین)

مونتاز کردن ترانس کاهنده و افزایشده 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.

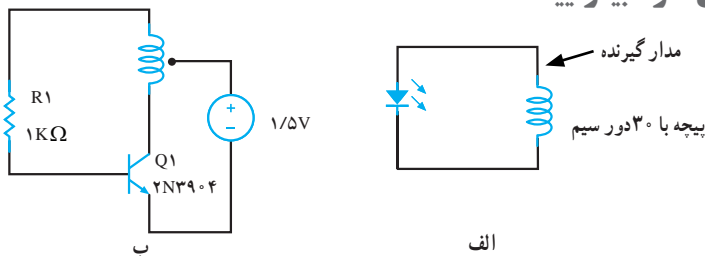
### نکته ایمنی

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  $30^\circ$  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.

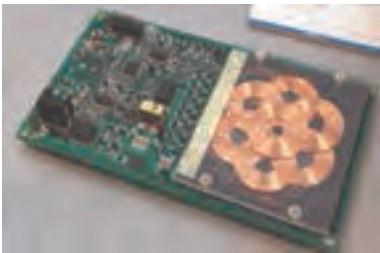
## یافته‌های من

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.

جهت دانلود رایگان منابع استخدامی حیطه تخصصی آزمون دبیری و هنرآموز آموزش و پرورش، اینجا بزنید.