

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

# آزمایشگاه علوم تجربی (۱)

رشته‌های ریاضی و فیزیک – علوم تجربی

راهنمای معلم

پایه دهم

دوره دوم متوسطه

دانلود سوالات آزمون

راهنمای کامل آزمون



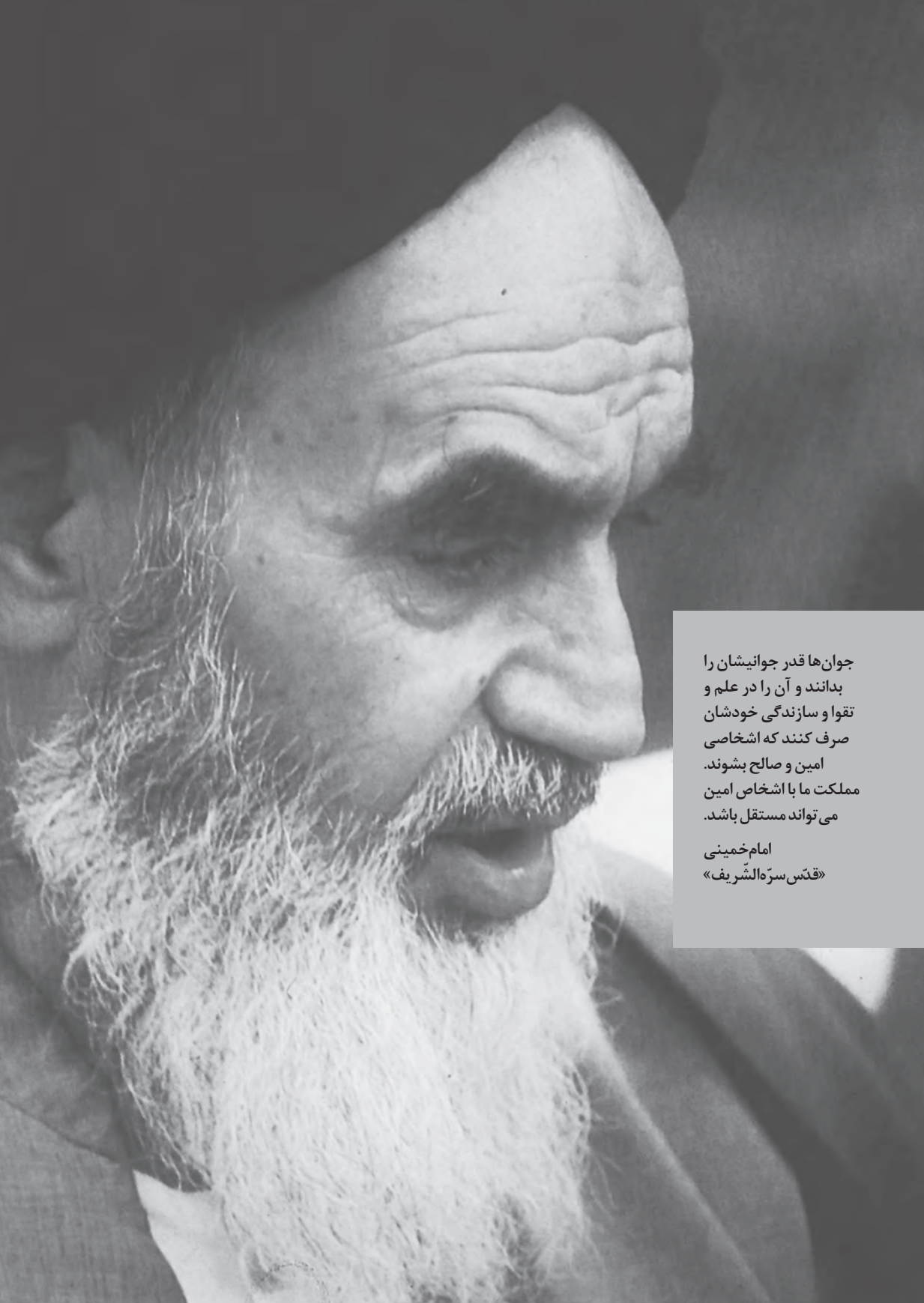
وزارت آموزش و پرورش

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

- نام کتاب: راهنمای معلم آزمایشگاه علوم تجربی (۱) - پایه دهم دوره دوم متوسطه - ۱۱۰۳۷۷
- پدیدآورنده: سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
- مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف: دفتر تألیف کتاب‌های درسی عمومی و متوسطه نظری
- شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف: محمودامانی طهرانی، حسن حذرخانی، محمدحسن بازوبندی، احمداحمدی، بهمن فخریان (اعضای شورای برنامه‌ریزی)
- آماده سازی و نظارت بر چاپ و توزیع: محمدحسن بازوبندی، مریم عابدینی، زهرا ارزانی، محمدرضا خیاطان، فریبا رمضان‌ویشکی، منصوره رئیس‌دانا، فریده سلطانی اصل، ناهید کرباسیان و سیروان مردوخ (اعضای گروه تألیف)
- شناسه افزوده آماده‌سازی: اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
- نشانی سازمان: لیدا نیک‌روش (مدیر امور فنی و چاپ) - جواد صفری (مدیر هنری) - رضوان جهانی فریمانی (صفحه‌آرا) - سیده فاطمه محسنی، زهره برهانی زرن‌دی، سیما لطفی، وجیهه برادران سادات، کبری اجابتی و احمدرضا امینی (امور آماده‌سازی)
- چاپخانه: تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)  
تلفن: ۸۸۸۳۱۱۶۱-۹، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کدپستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹  
وبگاه: www.irtextbook.ir و www.chap.sch.ir
- ناشر: 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
- چاپخانه: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»
- سال انتشار و نوبت چاپ: چاپ اول ۱۳۹۶

شابک ۹۷۸-۹۶۴-۰۵-۲۹۸۶-۷

ISBN: 978-964-05-2986-7



جوان‌ها قدر جوانیشان را  
بدانند و آن را در علم و  
تقوا و سازندگی خودشان  
صرف کنند که اشخاصی  
امین و صالح بشوند.  
مملکت ما با اشخاص امین  
می‌تواند مستقل باشد.

امام خمینی  
«قدس سره الشریف»

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، ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

# فهرست

## فصل اوّل — کلیات ..... ۱

- ۴ ..... اهمیت درس آزمایشگاه
- ۵ ..... اهمیت اصول ایمنی و کار در آزمایشگاه
- ۶ ..... روش علمی
- ۱۰ ..... ارزشیابی

## فصل دوم — آزمایش‌های مربی ..... ۱۱

- ۱۳ ..... ۱- جهت‌یابی با استفاده از ساعت عقربه‌دار
- ۱۷ ..... ۲- بخش قابل رؤیت ماه
- ۱۸ ..... ۳- هلال‌های متفاوت از ماه
- ۱۹ ..... ۴- فوران آب‌های زیرزمینی
- ۲۲ ..... ۵- رطوبت هوای دمی و بازدمی
- ۲۵ ..... ۶- کربن‌دی‌اکسید در هوای بازدمی
- ۲۶ ..... ۷- غذاهای پشتیبان رشد بدن
- ۲۹ ..... ۸- گویچه‌های انتقال‌دهندهٔ گازهای تنفسی
- ۳۴ ..... ۹- تعیین گروه‌های خونی
- ۳۸ ..... ۱۰- جوشاندن آب، بدون گرما
- ۴۰ ..... ۱۱- حرکت آب با گرمای دست
- ۴۳ ..... ۱۲- بازی دما با انحلال‌پذیری
- ۴۴ ..... ۱۳- مسیرهای رنگی
- ۴۶ ..... ۱۴- محلول نمکی حساس
- ۴۸ ..... ۱۵- محلول‌های رنگی
- ۵۱ ..... ۱۶- رسوب شناور

|    |                                      |
|----|--------------------------------------|
| ۵۲ | ۱۷- زعفران اصل یا رنگ زرد قلبی ..... |
| ۵۸ | ۱۸- مولکول ها، دست در دست هم .....   |
| ۵۹ | ۱۹- پرده ای از آب .....              |
| ۶۰ | ۲۰- اقیانوسی از هوا .....            |
| ۶۱ | ۲۱- نی غواص .....                    |
| ۶۲ | ۲۲- شناوری .....                     |
| ۶۳ | ۲۳- پرسرعت اما کم فشار .....         |
| ۶۵ | ۲۴- انرژی به انرژی .....             |
| ۶۷ | ۲۵- انتقال انرژی .....               |
| ۶۹ | ۲۶- جابه جایی گرما .....             |
| ۷۰ | ۲۷- از گرما تا حرکت .....            |
| ۷۱ | ۲۸- قایق بخار .....                  |

## فصل سوم - آزمایش های دستور العملی ..... ۷۳

|    |   |
|----|---|
| ۷۵ | ۱- تخمین مسافت و مهارت استفاده از نقشه .....    |
| ۷۶ | ۲- زیباسازی محیط زندگی با بلورهای دست ساز ..... |
| ۷۸ | ۳- تعیین مرکز سطحی زمین لرزه .....              |
| ۸۳ | ۴- چگونگی تشکیل چشمه آب .....                   |
| ۸۴ | ۵- چگونگی تشکیل قندیل های داخل غار .....        |
| ۸۶ | ۶- قالب داخلی و خارجی .....                     |
| ۸۷ | ۷- تشکیل چین خوردگی .....                       |
| ۸۸ | ۸- یاخته های ماهیچه ای .....                    |
| ۹۲ | ۹- نقاشی با بزاق دهان .....                     |
| ۹۶ | ۱۰- نور و اثر آن بر تولید نشاسته در برگ .....   |
| ۹۸ | ۱۱- استخوان های محکم و انعطاف پذیر .....        |

|     |   |
|-----|---|
| ۱۰۳ | ۱۲- روزنه‌های هوایی در برگ‌ها                   |
| ۱۰۷ | ۱۳- تقسیم رشتمان (میتوز) در یاخته‌های ریشه پیاز |
| ۱۱۰ | ۱۴- یاخته‌های مبارز بدن                         |
| ۱۱۳ | ۱۵- تخمیر (تنفس بی هوازی)                       |
| ۱۲۰ | ۱۶- نیروی بین ذرات                              |
| ۱۲۴ | ۱۷- ید در نمک خوراکی                            |
| ۱۳۰ | ۱۸- ویتامین C در میوه‌ها و سبزی‌ها              |
| ۱۳۲ | ۱۹- میزان گاز حل شده در یک نوشابه               |
| ۱۳۵ | ۲۰- کیفیت روغن                                  |
| ۱۳۸ | ۲۱- ساخت گوی برفی شیشه‌ای                       |
| ۱۴۰ | ۲۲- حل شدن گازها در آب                          |
| ۱۴۲ | ۲۳- خالص سازی نیترات‌ها                         |
| ۱۴۷ | ۲۴- ابعاد مولکول                                |
| ۱۴۹ | ۲۵- کلسیم کربنات در صدف                         |
| ۱۵۲ | ۲۶- اندازه‌گیری ابعاد یک لوله                   |
| ۱۶۲ | ۲۷- اندازه‌گیری‌هایی به ضخامت یک برگه کاغذ      |
| ۱۶۵ | ۲۸- چگالی                                       |
| ۱۶۶ | ۲۹- اصل ارشمیدس                                 |
| ۱۶۷ | ۳۰- اندازه‌گیری دما                             |
| ۱۶۹ | ۳۱- ظرفیت گرمایی گرماسنج                        |
| ۱۷۰ | ۳۲- گاز آرمانی (کامل) در دمای ثابت              |
| ۱۷۱ | ۳۳- انبساط طولی جامدها                          |
| ۱۷۲ | ۳۴- گرمای ویژه                                  |
| ۱۷۳ | ۳۵- گرمای نهان ذوب یخ                           |
| ۱۷۴ | ۳۶- گرمای نهان تبخیر آب                         |

## فصل چهارم - آزمایش‌های کاوشگری ..... ۱۷۵

- ۱- چگونه رطوبت نسبی هوای محل زندگی خود را اندازه بگیریم؟ ..... ۱۷۷
- ۲- کوهنوردان، چگونه با استفاده از نقشه‌های عارضه نگاری مسیریابی می‌کنند؟ .... ۱۷۸
- ۳- کیفیت آب موجود در کدام زمین‌ها، برای آشامیدن مناسب‌تر است؟ ..... ۱۷۹
- ۴- گیاهان چگونه وزن کم می‌کنند؟ ..... ۱۸۱
- ۵- آیا کاتالیزگرهای زیستی می‌توانند نقش سم‌زدایی داشته باشند؟ ..... ۱۸۳
- ۶- آیا گیاهان با هم رقابت می‌کنند؟ ..... ۱۸۶
- ۷- چگونه آب سخت می‌شود؟ ..... ۱۸۹
- ۸- بین دما و حجم گاز در فشار ثابت چه رابطه‌ای وجود دارد؟ ..... ۱۹۱
- ۹- آیا همه واکنش‌ها برگشت‌پذیرند؟ ..... ۱۹۳
- ۱۰- هنگام انجام واکنش‌های شیمیایی چه اتفاقی می‌افتد؟ ..... ۱۹۵
- ۱۱- چگونه یون‌ها را در محلول شناسایی کنیم؟ ..... ۱۹۷
- ۱۲- چگونه می‌توان نمودار انحلال‌پذیری نمک را رسم کرد؟ ..... ۱۹۸
- ۱۳- عملکرد کاتالیزگرها چیست؟ ..... ۲۰۰
- ۱۴- فشار در یک مایع به چه عاملی بستگی دارد؟ ..... ۲۰۵
- ۱۵- چگونه می‌توان یک چگالی سنج ساده ساخت؟ ..... ۲۰۶
- ۱۶- چرا روی سطح خیابان‌ها و جاده‌های یخ زده، نمک می‌پاشند؟ ..... ۲۰۹
- ۱۷- چگونه در روزهای خیلی سرد زمستان، که سطح آب دریاچه‌ها یخ می‌زند، ماهی‌ها زنده می‌مانند؟ ..... ۲۱۰
- ۱۸- چگونه یک دماپای (ترموستات) ساده بسازیم؟ ..... ۲۱۲
- ۱۹- کدام یک گرمای بیشتری مبادله می‌کند؟ ..... ۲۱۳



فصل اوّل

کلیات

## فصل در یک نگاه

در این فصل با اهمیت درس آزمایشگاه، اهمیت اصول ایمنی و کار در آزمایشگاه، مراحل روش علمی، ویژگی‌های آزمایش‌های کتاب، ساعت تدریس، انواع آزمایش‌ها و ارزشیابی کتاب آشنا می‌شوید.

## پیامد

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 به کارگیری روش علمی، برای چالش‌های زندگی روزمره پاسخ مناسب پیدا کنند.

## پاسخ و پرسش‌های متداول

**پرسش ۱—** چرا درس آزمایشگاه جدا از درس تئوری است و به‌طور مستقل ارائه می‌شود؟  
**پاسخ:** علی‌رغم اینکه از نظر تئوری و منطقی ارائه هم‌زمان دروس علوم تجربی و آزمایشگاه مربوطه در یک کتاب، کاملاً موجه و علمی به نظر می‌رسد، اما آنچه در عمل در طی دو دهه ارائه درهم تنیده درس و آزمایشگاه نشان داد، نتیجه‌ای جز تعطیلی آزمایشگاه‌های مدارس و بسته شدن مراکز تولید وسایل آزمایشگاهی و به حاشیه رفتن متصدیان و معلمان علاقه‌مند به آزمایشگاه نبود. در طی این دو دهه قریب به اتفاق دبیران آزمایشگاه را قربانی کلاس‌های کنکور و مباحث نظری کردند. از طرفی توجه به اسناد بالادستی مبنی بر ضرورت مهارت‌آموزی فراگیران، ایجاب می‌نماید این درس به‌صورت مستقل ارائه گردد. مسلماً ارائه به این صورت، مسئولین مدارس و آموزشگاه‌ها را مجاب به تجهیز آزمایشگاه‌ها و اهتمام به انجام آزمایش‌ها می‌نماید. البته نظارت بر کار مدارس می‌تواند به اجرای هرچه درست‌تر این درس نوپا کمک کند.

**پرسش ۲—** معلم این درس چه کسی است؟

**پاسخ:** این درس برای دانش‌آموزان علوم تجربی و ریاضی و فیزیک توسط یکی از دبیران متخصص در

پنج رشته (علوم تجربی، زمین‌شناسی، زیست‌شناسی، شیمی و فیزیک) به میزان دو ساعت در هفته تدریس می‌شود.

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

**پاسخ:** در آزمایش‌های این کتاب از چهار حوزه علوم تجربی، تعدادی آزمایش ساده انتخاب شده 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.

**پرسش ۴-** نحوه اتصال این درس با دروس 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. بدین معنی که آزمایش‌هایی انتخاب شده‌اند که کتاب‌های درس مذکور را حمایت می‌کند. اما این بدان معنی نیست که همه آزمایش‌ها باید مرتبط با کتاب درسی باشند و یا اینکه تمام محتوای کتاب درسی را پوشش دهند. این درس مستقل از دروس علوم تجربی ارائه می‌شود و دبیران حوزه‌های مختلف علوم تجربی نباید در کار مربی این درس دخالتی داشته باشند.

**پرسش ۵-** آیا به امکانات مدارس برخوردار و مدارس 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 مدارس غیر برخوردار به اندازه کافی و به تعداد جلسات آموزشی آزمایش وجود دارد و هم برای مدارس برخوردار آزمایش‌های قابل اجرا وجود دارد.

**پرسش 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 کلیه جلسات تألیف حضور داشته‌اند و با توجه به نیاز آزمایش‌ها، وسایل و تجهیزات را طراحی و به تعداد انبوه تهیه نموده‌اند. برای تهیه وسایل مورد نیاز می‌توانید با شرکت صنایع آموزشی تماس گرفته و وسایل مورد نیاز را تهیه کنید.

**پرسش ۷-** وظیفه مسئولین در قبال این درس چیست و شما چه انتظاراتی از دیگران دارید؟

**پاسخ:** از آنجایی که این درس نوپا و جدیدالتألیف است. از مربیان گرامی این درس 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 نقایص و کمبودها از مدیریت واحد آموزشی آن‌را مطالبه نمایند.

از مسئولین واحدهای آموزشی و مسئولین مربوطه در ادارات آموزش و پرورش انتظار داریم نسبت به تجهیز و تأمین وسایل و مواد و امکانات آزمایشگاهی اهتمام ویژه‌ای داشته باشند و شرایط را برای انجام درست آزمایش‌ها مهیا نمایند.

از گروه‌های آموزشی و واحدهای نظارتی ادارات آموزش و پرورش انتظار می‌رود، با نظارت بر اجرای درست این درس، از بروز تخلفات و کاستی‌های احتمالی جلوگیری نمایند.

## 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 برای تبدیل شدن به شهروند مطلوب را 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 دریافت مفاهیم علمی با انجام آزمایش در آزمایشگاه و فعالیت‌های عملی همراه شود، نتیجه رضایت‌بخش‌تر خواهد بود. به علاوه، این‌گونه 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 در دانش‌آموزان دارد و با توجه به امکانات موجود در آزمایشگاه‌های مدارس 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 یک فضای 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 :

۱ 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.

۲ دانش‌آموزان حقایق و مفاهیم علمی را بهتر درک کنند.

۳ یادگیری فعال شود و دانش‌آموزان به اهداف فعالیت عملی فکر کنند. بنابراین، با اجرای فعالیت‌های عملی، به جای اینکه دانش‌آموزان در مقابل بارش یک‌طرفه اطلاعات از طرف معلم تسلیم شوند، به‌طور فعال در مبادله اطلاعات و تجربه با معلم شریک می‌شوند.

۴ حقایق علمی واقعی‌تر جلوه کنند.

۵ در درس‌های علوم تجربی هیجان و علاقه بیشتری ایجاد شود.

۶ مهارت‌های مورد نظر برنامه درسی و اهداف 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. به‌ویژه به موضوع محیط‌زیست و آموزش‌ها مهارت‌های عملی 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 احتمالی در حین آزمایش است. بنابراین، در تمام مراحل کار آزمایشگاهی، از طراحی آزمایشگاه 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 مورد نیاز مواقع اضطراری، در کتابی به دانش‌آموزان آموزش داده شود.

اگرچه دانشمندان در تحقیقات خود همیشه مراحل مشخص و ثابتی ندارند، اما یک روش کلی برای این کار وجود دارد. مجموعه‌ای از تحقیقات سازمان‌یافته را روش علمی می‌گوییم. معمولاً شش مرحله برای روش علمی در نظر گرفته می‌شود که در شکل نشان داده شده‌اند. احتمال دارد دانشمندی یک مرحله اضافه کند، مرحله‌ای را چند بار تکرار کند و مرحله‌ای را حذف کند. البته مراحل مذکور الزاماً خطی نیستند و ممکن است به صورت چرخه نیز باشند.

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

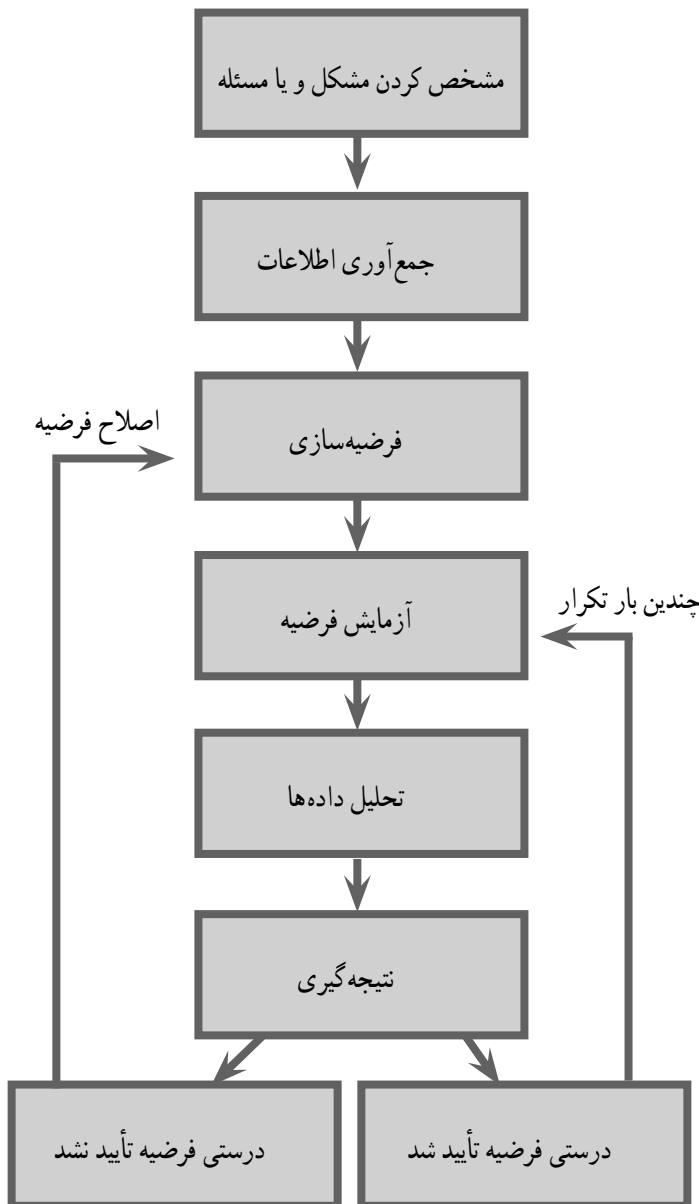
**مرحله ۲- جست‌وجو و جمع‌آوری اطلاعات:** قبل از آزمایش فرضیه، مفید خواهد بود که تا حد ممکن در مورد مسئله و مشکل اطلاعات جمع‌آوری کنیم. می‌توانیم بفهمیم چه آزمایش‌هایی می‌تواند مفید باشد و چه آزمایش‌هایی بی نتیجه خواهد بود.

**مرحله ۳- فرضیه‌سازی:** فرضیه توضیحی است بر اساس اطلاعات و دانش شما برای حل مشکل یا مسئله‌ای که با آن مواجه شده‌اید.

**مرحله ۴- آزمایش فرضیه:** درستی بعضی از فرضیه‌ها با مشاهده امکان‌پذیر است. بعضی دیگر از فرضیه‌ها نیازمند ساختن یک مدل آرمانی از پدیده‌ای است که در شرایط واقعی اتفاق افتاده است. یک روش معمول برای بررسی درستی فرضیه‌ها انجام آزمایش است. آزمایش اثر یک چیز را بر چیز دیگر، در شرایط کنترل شده بررسی می‌کند.

**مرحله ۵- تحلیل داده‌ها:** یکی از قسمت‌های مهم هر آزمایش شامل ثبت داده‌ها و سازمان دادن آنها به صورت نمودارها یا جدول‌هایی است که به سادگی خوانده و درک می‌شوند. زمانی که شما داده‌ها را جمع‌آوری و ثبت می‌کنید، باید تمام مشاهده‌های خود را، هرچند غیر منتظره ثبت کنید. بسیاری از اکتشاف‌های مهم از اتفاق‌های غیر منتظره ناشی شده‌اند. تفسیر داده‌ها و تجزیه و تحلیل مشاهدات یک گام مهم است. اگر داده‌ها به صورت منطقی سازمان داده نشوند، احتمال اینکه به نتیجه‌گیری نادرست منجر شوند زیاد است. هر قدر دانشمندی داده‌ها را استادانه به اشتراک گذاشته باشد، باز هم نباید فوراً آن را پذیرفت. دانشمندان داده‌های خود را به صورت گزارش، مقاله و کنفرانس ارائه می‌کنند.

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



## ویژگی‌های آزمایش‌های کتاب آزمایشگاه علوم

- ۱ همسو با کتاب درسی و پوشش دهنده بسیاری از موضوع‌های آن هستند.
- ۲ در طراحی آنها، هم از وسایل ساده و دم‌دستی و هم از ابزارهای مدرن و کلاسیک استفاده شده است. بنابراین هم برای مدارس غیر برخوردار به اندازه کافی و به تعداد جلسات آموزشی در طول سال آزمایش وجود دارد و هم برای مدارس برخوردار آزمایش‌های قابل اجرا وجود دارد.
- ۳ انگیزشی، کاربردی، سؤال‌برانگیز، نوآورانه و اشتیاق‌آوراند.
- ۴ امکانات آزمایشگاهی فعلی مدارس در نظر گرفته شده است.
- ۵ آزمایش‌ها ابتدا اجرا و سپس قطعی شده‌اند.
- ۶ امکان اجرای آن در مدرسه، برای همکاران محترم و دانش‌آموزان وجود دارد.
- ۷ در آنها به تولید وسایل کمک آموزشی داخلی و توانایی تهیه کمبودها توسط شرکت‌های داخلی، از جمله صنایع آموزشی، توجه شده است.
- ۸ متناسب با سن و دانش فراگیرنده و همگام با تجربه‌های شخصی او طراحی شده‌اند.
- ۹ تأمین‌کننده نیاز علمی و افزایش مهارت‌های گروهی هستند.
- ۱۰ 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 حوزه را نیز می‌تواند انجام دهد.
- ۱۱ معیار انتخاب آزمایش‌ها، افزون بر کاربردی بودن آزمایش‌ها، توجه به حفاظت از محیط زیست، امکانات مدارس و محتوای کتاب درسی مربوطه می‌باشد.

## ساعت تدریس و انتظارات

این کتاب در دوره دوم متوسطه، پایه دهم و برای رشته‌های تحصیلی ریاضی و فیزیک و علوم تجربی، به میزان دو ساعت در هفته توسط یکی از دبیران متخصص در ۵ 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 دروس علوم پایه می‌آموزند، در این درس نمود عملی پیدا کند.



## انواع آزمایش‌های کتاب

آزمایش‌های این کتاب در چهار گروه زیر تقسیم‌بندی می‌شوند :

۱) **آزمایش‌های مریی (انگیزشی) :** این آزمایش‌ها جنبه نمایشی و انگیزشی دارند. در زمان کوتاه (حداکثر ۱۰ دقیقه) و توسط مریی انجام می‌شوند و دانش‌آموز بیشتر مشاهده‌گراست. هدف از انجام آنها ایجاد انگیزه و سؤال برای ورود به بحث جدید و یا انجام آزمایش جدید است.

۲) **آزمایش‌های دستورالعملی :** این آزمایش‌ها بر اساس دستورالعمل ارائه شده و توسط دانش‌آموز انجام می‌شوند. هدف از انجام آن 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 انجام می‌شوند. هدف از انجام آن کشف مطالب جدید توسط دانش‌آموز است و در نهایت به ایجاد پرسش‌های جدید منتهی می‌شوند.

۴) **پروژه :** موضوع این نوع فعالیت‌ها بر اساس علاقه و نیاز دانش‌آموزان انتخاب می‌شود. پروژه و در مدت زمان نسبتاً طولانی (حداکثر یک ترم) و به روش پروژه محور انجام می‌شود و در آن مریی نقش راهنما را دارد. هدف از انجام آنها آشنایی دانش‌آموزان با روند انجام پژوهش‌های علمی است.

## شیوه تدریس

فصل اول (کلیات) به صورت تئوری تدریس می‌شود و در صورت نیاز مریی، آن را به صورت عملی تدریس می‌کند. آزمایش‌های فصل دوم (آزمایش‌های مریی) که جنبه انگیزشی دارند، توسط مریی یا به کمک دانش‌آموزان و زیر نظر ایشان انجام می‌شود. آزمایش‌های فصل سوم (آزمایش‌های دستورالعملی) توسط دانش‌آموزان و طبق دستورالعمل ارائه شده انجام می‌شود. آزمایش‌های فصل چهارم (آزمایش‌های کاوشگری) توسط دانش‌آموزان و بر اساس خلاقیت‌های دانش‌آموزان انجام می‌شود. پروژه نیز بر اساس علاقه دانش‌آموز و صلاح دید مریی طراحی و اجرا می‌شود.

در هر نیم سال تحصیلی از همه آزمایش‌های (مریی، دستورالعملی و کاوشگری) انجام می‌شوند. به همین جهت بام‌بندی کتاب به شرح جدول صفحه بعد است.

| بارم‌بندی کتاب آزمایشگاه علوم تجربی (۱) |                  |                  |
|---|------------------|------------------|
| فصل                                     | پایانی اول       | پایانی دوم       |
| اول (کلیات)                             | ۲ نمره (تئوری)   | ۲ نمره (تئوری)   |
| دوم (آزمایش‌های مری)                    | ۴ نمره (عملکردی) | ۴ نمره (عملکردی) |
| سوم (آزمایش‌های دستورالعملی)            | ۷ نمره (عملکردی) | ۷ نمره (عملکردی) |
| چهارم (آزمایش‌های کاوشگری)              | ۵ نمره (عملکردی) | ۵ نمره (عملکردی) |
| پروژه                                   | ۲ نمره           | ۲ نمره           |
| جمع                                     | ۲۰               | ۲۰               |

## ارزشیابی

این درس مستقل از سایر درس‌های علوم پایه (زمین‌شناسی، زیست‌شناسی، شیمی و فیزیک) و نمره آن در کارنامه دانش‌آموز 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 می‌شود.

نمره‌های مستمر اول و دوم بر اساس 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 کلیه جلسات تألیف حضور داشته‌اند و با توجه به نیاز آزمایش‌ها، وسایل و تجهیزات را طراحی و به تعداد انبوه تهیه نموده‌اند. برای تهیه وسایل مورد نیاز می‌توانید با شرکت صنایع آموزشی تماس و وسایل مورد نیاز را تهیه نمایید.

## فصل دوم

# آزمایش‌های مربی

## فصل در یک نگاه

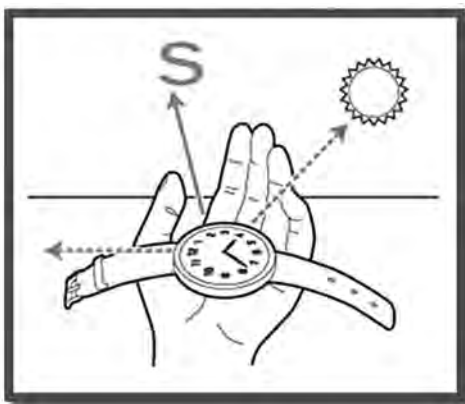
- |   |                                       |
|---|---------------------------------------|
| ۱ جهت یابی با استفاده از ساعت عقربه دار | ۲ بخش قابل رؤیت ماه                   |
| ۳ هلال های متفاوت از ماه                | ۴ فوران آب های زیرزمینی               |
| ۵ رطوبت هوای دمی و بازدمی               | ۶ کرین دی اکسید در هوای بازدمی        |
| ۷ غذاهای پشتیبان رشد بدن                | ۸ گویچه های انتقال دهنده گازهای تنفسی |
| ۹ تعیین گروه های خونی                   | ۱۰ جوشاندن آب، بدون گرما              |
| ۱۱ حرکت آب با گرمای دست                 | ۱۲ بازی دما با انحلال پذیری           |
| ۱۳ مسیرهای رنگی                         | ۱۴ محلول نمکی حساس                    |
| ۱۵ محلول های رنگی                       | ۱۶ رسوب شناور                         |
| ۱۷ زعفران اصل یا رنگ زرد تقلبی          | ۱۸ مولکول ها، دست در دست هم           |
| ۱۹ پرده ای از آب                        | ۲۰ اقیانوسی از هوا                    |
| ۲۱ نی غواص                              | ۲۲ شناوری                             |
| ۲۳ پرسرعت اما کم فشار                   | ۲۴ انرژی به انرژی                     |
| ۲۵ انتقال انرژی                         | ۲۶ جابه جایی گرما                     |
| ۲۷ از گرما تا حرکت                      | ۲۸ قایق بخار                          |

## پیامد

دانش آموزان، با دقت در آزمایش ها، پرسش های علمی مناسب طراحی کنند و به یافتن پاسخ آنها علاقه مند شوند.

## جهت یابی با استفاده از ساعت عقربه دار

۱



جهت یابی در زندگی روزمره ضروری به نظر می رسد. در خیابان، برای تعیین مسیر، در صورتی که جهت یابی درستی انجام ندهید، ممکن است دچار مشکل شوید. این مشکل بیشتر در محیط های ناآشنا اتفاق می افتد. در سفر به شهرها و کشورهای دیگر، جهت یابی به شما کمک می کند کمتر دچار دردسر شوید. بشر از همان ابتدا جهت یابی را با روش های ساده آغاز کرد و به تدریج، با افزایش دانش و بینش، توانست راه های متعددی را به راه های جهت یابی اضافه

کند. امروزه، جهت یابی، چه در روز و چه در شب، به کمک روش های ساده (مانند به کارگیری ساعت)، نجومی (مانند استفاده از ماه و خورشید) و پیشرفته (GPS) صورت می گیرد. یکی از این روش ها جهت یابی با کمک ساعت عقربه دار است.

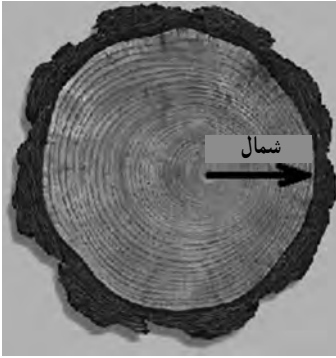
## جهت یابی در روز

### ۱ حرکت ظاهری خورشید

در نیمکره شمالی، هنگام صبح خورشید از مشرق طلوع می کند و هنگام ظهر در وسط آسمان کمی متمایل به جنوب است. اگر ظهر در مقابل خورشید بایستیم رو به طرف جنوب ایستاده ایم. مغرب هم سمت غروب خورشید است. بنابراین، صبح و عصر با دیدن محل خورشید می توان مشرق و مغرب و در نتیجه شمال و جنوب را تعیین کرد.

### ۲ تنه درخت

در مقطع درخت بریده، تعدادی دایره هم مرکز مشاهده می کنید. هر دایره نشان دهنده یک سال از عمر درخت است. این حلقه های رشد درختان به سمت شمال فشرده تر است، زیرا درختی که به طور دائم آفتاب به تنه اش بتابد، دایره های نشان دهنده عمر آن در یک سمت به هم نزدیک تر و در سمت دیگر از هم دور



خواهند بود. به علت تابش زیاد آفتاب و رشد شدیدتر آن، سمتی که فاصله خطوط حلقه‌های رشد درخت به هم نزدیک‌تر باشد، شمال را مشخص می‌کند و سمتی که خطوط حلقه‌های سنی از هم فاصله بیشتری داشته باشد، جنوب را نشان می‌دهد.

## جهت‌یابی در شب

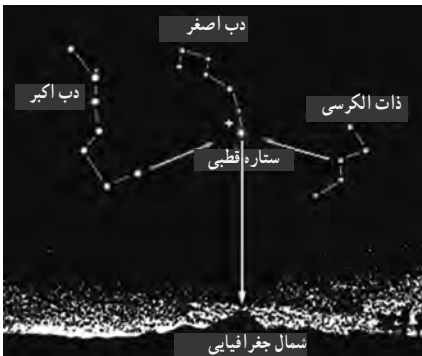
در شب، بهترین وسیله برای پیدا کردن جهت‌ها ستارگان و ماه هستند که به شرح هریک می‌پردازیم:

### ۱ ستاره قطبی

در بالای قطب شمال ستاره‌ای به نام «ستاره قطبی» وجود دارد که اگر رو به آن بایستیم، در واقع رو به شمال ایستاده‌ایم. یافتن ستاره قطبی در آسمان دشوار است. بنابراین، برای جهت‌یابی می‌توان از صورت‌های فلکی مانند «دب اکبر» و «ذات الکرسی» استفاده کرد. لازم به ذکر است، به ستاره قطبی ستاره «جدی» و ستاره «شمالی» نیز می‌گویند. دب اکبر از هفت ستاره تشکیل شده است که به شکل آب گردان، در آسمان قرار گرفته‌اند. اگر دو ستاره قسمت جلوی آب گردان را که آب از آنجا می‌ریزد، در امتداد هم پنج برابر به سمت جلو ادامه دهیم، به ستاره قطبی خواهیم رسید. ستاره قطبی در این منطقه نسبت به ستارگان اطراف خود پرنورتر است.

### ۲ ستارگان ذات الکرسی

ذات الکرسی شامل پنج ستاره است. اگر از ستاره وسط ذات الکرسی به اندازه پنج برابر فاصله آن نسبت به ستاره‌های اطراف، به طرف جلو پیش بردیم به ستاره قطبی می‌رسیم. ستارگان ذات الکرسی و دب اکبر در ظاهر به دور ستاره قطبی در حرکت هستند به همین دلیل، جایشان همواره تغییر می‌کند اما، ستاره قطبی همیشه بین آن دو واقع شده است.



### ۳ ماه



در نیمه اول ماه های قمری، یعنی از اول ماه تا شب دوازدهم، قوس خارجی ماه به سمت مغرب و در نیمه دوم ماه، یعنی از هفدهم تا بیست و هشتم، قوس خارجی و بیرونی ماه به سمت مشرق است. با استفاده از این قاعده می توانیم جهت ها را تعیین کنیم.

### جهت یابی به وسیله راه شیری

راه شیری توده عظیمی از ستارگان و اجرام دیگر است و به صورت نواری پهن و روشن دیده می شود. این نوار در راستای تقریبی، از شمال شرقی به طرف جنوب غربی امتداد یافته است. در جهت شمال شرقی، این کهکشان باریک است و هرچه به آخر شب نزدیک می شویم، قسمت پهن راه شیری به طرف مغرب منحرف می شود.

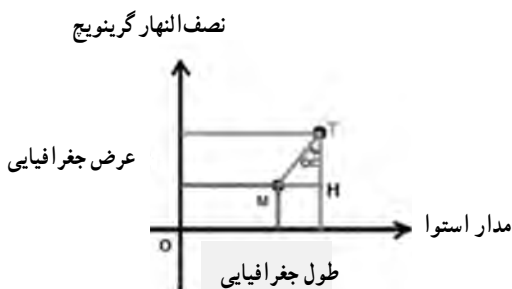
### قبله

قبله ما مسلمانان، خانه کعبه است که در شهر مکه و در کشور عربستان قرار دارد. جهت قبله در شهرها و کشورهای جهان متفاوت است. برای مثال، قبله در ایران به سمت جنوب غربی است. البته مقدار زاویه در شهرهای متفاوت ایران تغییر می کند. قبله در پاریس به سمت جنوب شرقی، در غرب آفریقا به سمت شمال شرقی و در دهلی هند به سمت شمال غربی است. ولی زوایای آن متفاوت است.



## تعیین جهت قبله

ابتدا روی کره جغرافیایی، طول و عرض جغرافیایی شهر مورد نظر خود و مکه را به دست آورید.



۱ دو محور X و Y را مترادف مدار استوا و نصف النهار گرینویچ در نظر بگیرید.

۲ با مقیاس مشخص، در شکل و فرمول  $\text{tg}\alpha$  مقدار زاویه انحراف (برای مثال در شهر تهران) را به دست آورید (زاویه حدود  $40^\circ$  درجه).

$$\text{tg}\alpha = \frac{\text{طول جغرافیایی مکه (M)} - \text{طول جغرافیایی تهران (T)}}{\text{عرض جغرافیایی مکه (M)} - \text{عرض جغرافیایی تهران (T)}} = \frac{51 - 39}{35 - 21} = \frac{12}{14}$$

هرچه از سمت شمال غربی ایران به سمت جنوب شرقی حرکت می‌کنیم، زاویه انحراف قبله افزایش می‌یابد.

## پاسخ پرسش‌ها

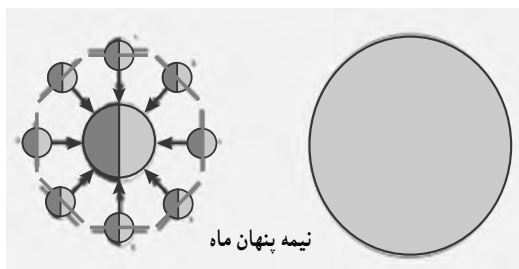
۱ در حیاط منزل، عقربه ساعت شمار را روبه‌روی خورشید قرار دهید و نیمساز بین این عقربه و عدد ۱۲ را در نظر بگیرید. این نیمساز، جهت جنوب را نشان می‌دهد. ادامه نیمساز، در جهت مخالف، سمت شمال را نشان می‌دهد. به این ترتیب، غرب و شرق نیز مشخص می‌شود.

۲ اگر ساعت کامپیوتری داشته باشید، می‌توانید با رسم یک دایره و نمایش عقربه‌ها، با یک خط کوتاه و بلند، ساعت را روی آن رسم کنید و آن ورقه را به عنوان ساعت در نظر بگیرید و جهت یابی کنید.

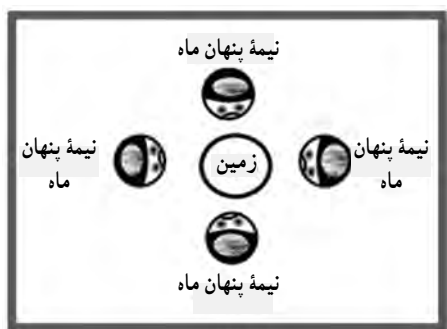


## بخش قابل رؤیت ماه

۲



نیمه پنهان ماه



«ماه»، جرمی است که به دور زمین می گردد. ماه حرکت وضعی (چرخش به دور خود) و انتقالی (گردش به دور زمین) دارد. قمر زمین از خود نوری ندارد و نور خورشید را دریافت و بازتاب می کند. بنابراین، همواره نیمی از آن روشن و نیمه دیگر آن تاریک است.

آیا تا به حال می دانستید که ماساکنان زمین، نیمی از ماه را نمی بینیم و این نیمه پنهان، ثابت است؟ حال این سؤال مطرح می شود که اگر ماه حرکت وضعی و انتقالی دارد، چگونه می تواند نیمه ثابتی از خود را پنهان نگه دارد؟ با نمایش توسط دو دانش آموز می توان آن را نشان داد. حرکات را می توان به سه بخش تقسیم کرد :

۱ دانش آموز دارای نقش ماه، فقط حرکت انتقالی انجام دهد. پشت ماه توسط دانش آموز نقش زمین دیده می شود.

۲ دانش آموز دارای نقش ماه فقط حرکت وضعی انجام دهد. پشت ماه در این نوع حرکت نیز توسط زمین دیده می شود.

۳ دانش آموز، در عین حرکت انتقالی به دور زمین، به دور خود می چرخد. جهت صورت ماه همواره به سمت زمین است. در این حرکت، پشت ماه دیده نمی شود که حرکت واقعی ماه نیز همین است (وضعی + انتقالی). زمانی که ما ماه را به صورت بدر می بینیم، فضاوردان در خارج از مدار ماه و زمین، آن را تاریک می بینند و زمانی که ما ماه را هلال باریک می بینیم، آنها آن را به صورت هلال گسترده مشاهده می کنند. به عبارت دیگر، نیمه پنهان ماه را فضاوردانی می بینند که، خارج از مدار ماه و زمین قرار گرفته اند.

## پاسخ پرسش‌ها

- ۱ حالت الف) زیرا هر دو حرکت وضعی و انتقالی را دارد.  
 ۲ چون مدت زمان حرکت وضعی و انتقالی ماه برابر است.

## ۳

### هلال‌های متفاوت از ماه



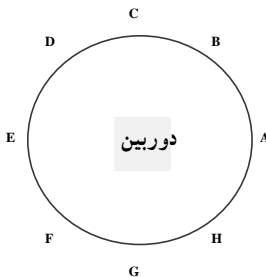
بخش تاریک و روشن ماه از دید زمینی‌ها یکسان نیست. یعنی ما گاهی ماه را نیمه‌تاریک، گاه نیمه‌روشن و در برخی شب‌ها، آن را به صورت هلال‌های باریک تا گسترده مشاهده می‌کنیم. ما هر شب چهره متفاوتی از ماه را می‌بینیم؛ گاه مانند گویی روشن، زمانی به صورت کمان و ...

سوالی که مطرح می‌شود این است: اگر همواره نیمی از ماه روشن و نیمه دیگر تاریک است، به چه دلیل زمینی‌ها آن را به شکل‌های مختلف مشاهده می‌کنند؟

پاسخ: نیمه‌های تاریک و روشن بر اساس وضعیت ماه و خورشید ثابت‌اند، ولی از سطح زمین زاویه دید تغییر می‌کند، چون ماه به دور زمین می‌گردد.

برای نمایش واقعیت تغییر زاویه دید، می‌توان از یک سیب سرخ یا یک توپ یا هر جسم کروی استفاده کرد. نیمی از این جسم را روشن و نیم دیگر را تیره می‌کنیم. آن را در فاصله‌های مساوی، روی یک دایره، نسبت به مرکز قرار می‌دهیم و در هر مرحله (از A تا H) عکس می‌گیریم. برای جابه‌جایی دوربین، فقط آن را در مرکز دایره به دور خود می‌چرخانیم تا از محل خود جابه‌جا نشود.

■ اگر ما ساکن ماه شویم، از آنجا زمین را به شکل هلال‌های مختلف مشاهده می‌کنیم.



■ ساکنان زمین گاهی عطارد و زهره را نیز به صورت هلال مشاهده می کنند، چون مدار آنها کوچک تر از مدار زمین است.

■ اگر ماه، حرکت وضعی سریع تر یا آرام تر نسبت به وضعیت کنونی داشت، ساکنان زمین پشت آن را می دیدند.

## پاسخ پرسش ها

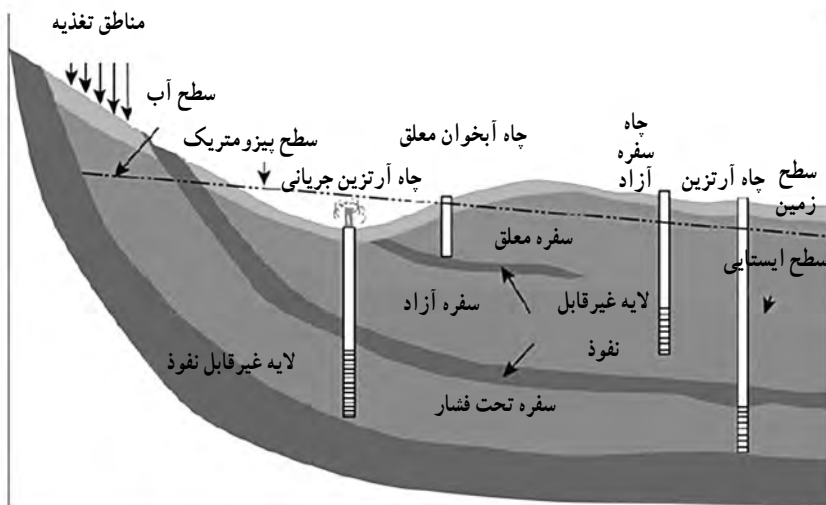
- ۱ چون ماه به دور زمین می گردد، هر شب زاویه دید ما نسبت به بخش روشن آن تغییر می کند. اگر ماه از خود نور داشت، هلال های گوناگون تشکیل نمی داد.
- ۲ مادر حالت E یا شب بدر که هم زمان با شب چهاردهم ماه قمری است، کل ماه را مشاهده نمی کنیم، بلکه نیمی از آن را می بینیم.

## فوران آب های زیرزمینی

۴

«چاه آرترین»، چاهی است که آب به صورت جهنده از آن خارج می شود، بدون آنکه به پمپ نیاز داشته باشد. با ساخت ماکتی مشابه مناطق تحت فشار، می توان جهش آب از چاه آرترین را مشاهده کرد.





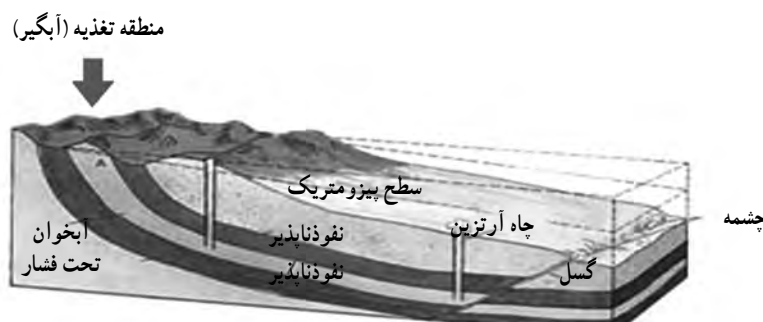
وقتی بخواهیم مقدار قابل توجهی آب از زیر زمین برداشت کنیم، به دنبال یک آبخوان می‌گردیم. آبخوان یا سفره آب زیرزمینی، لایه یا لایه‌هایی از رسوبات با سنگ‌های نفوذپذیر اشباع از آب در زیر زمین است که آب بتواند به آسانی در آن حرکت کند. رسوبات سخت نشده ماسه، شن، ریگ و غیره معمولاً از نظر تشکیل آبخوان بسیار مناسب‌اند. برخی از سنگ‌ها، مثل سنگ آهک، ماسه سنگ و حتی سنگ‌های آذرین و دگرگون شده نیز در صورت داشتن منافذ انحلالی، شکستگی یا هوازدگی، می‌توانند آبخوان تشکیل دهند. رس‌ها، گرچه تخلخل زیادی دارند، به علت نفوذپذیری خیلی کم، قادر به تشکیل آبخوان مناسبی نیستند.

## آبخوان تحت فشار و چاه آرتزین

آبخوان را معمولاً به دو نوع آزاد و تحت فشار تقسیم می‌کنند. در آبخوان آزاد، سطح ایستایی، سطح فوقانی منطقه اشباع را تشکیل می‌دهد. وقتی چاهی در یک لایه آب‌دار آزاد حفر شود، تراز آب در چاه نمایانگر سطح ایستایی در آن منطقه است فشار در سطح فوقانی لایه آب‌دار آزاد (در سطح ایستایی) برابر فشار اتمسفر است.

در آبخوان تحت فشار، لایه نفوذپذیر بین لایه‌های نسبتاً نفوذناپذیری محصور شده است. بنابراین، سطح فوقانی منطقه اشباع، تحت فشاری بیش از فشار اتمسفر است. آب باران و آب‌های دیگر، از جایی که لایه

نفوذپذیر در سطح زمین بیرون زدگی دارد، وارد آن می شود، به این منطقه، منطقه تغذیه یا آبگیری می گویند. وقتی چاهی تا عمق یک سفره تحت فشار حفر شود، آب در آن بالا می آید. ارتفاعی که آب تا آنجا بالا می آید، با سطح پیزومتریک مشخص می شود. در برخی نقاط، سطح پیزومتریک بالاتر از سطح زمین است. در نتیجه، آب خود به خود از دهانه چاه بیرون می ریزد. چنین چاهی را معمولاً آرتزین می خوانند. گاهی برخی از آبخوان ها به طور طبیعی به سطح زمین راه پیدا می کنند و در نتیجه آب در سطح زمین تخلیه می شود. به آن نقطه «چشمه» می گویند.



سفره های آب زیرزمینی به علت نفوذپذیری خاک ها بسیار حساس هستند و باید از عوامل آلودگی دور باشند. ساخت فاضلاب مرکزی در شهرهای بزرگ یکی از راهکارهای سلامت آب های زیرزمینی است.

## پاسخ پرسش ها

- ۱ فشار حاصل از آب سرنگ در دهانه ورودی سبب فوران آب از دهانه خروجی می شود. در حالی که در مرحله اول آب به صورت جهشی خارج نمی شد.
- ۲ چاه آرتزین نیازی به پمپ ندارد و به علت بالاتر بودن سطح ایستابی (پیزومتریک) منبع تغذیه نسبت به دهانه چاه و تحت فشار بودن، آب با فوران از آن خارج می شود.

## رطوبت هوای دمی و بازدمی

**هدف :** اثبات وجود رطوبت در هوای بازدمی

**ایمنی و هشدار :** کاغذ آغشته به محلول کبالت II کلرید را به دهانتان نجسبائید.

**پیش بینی نتیجه :** رطوبت موجود در هوای بازدمی سبب صورتی رنگ شدن کاغذ می شود. این کاغذ در حالت خشک آبی رنگ است.

**نکته :** کاغذ آغشته به محلول کبالت II کلرید را دور نیندازید، زیرا پس از خشک شدن، قابل استفاده است.

### دانستنی های لازم برای مربی

فرمول شیمیایی کبالت II کلرید :  $\text{CoCl}_2$

**عنصر کبالت :** کبالت عنصر فلزی سخت، براق، شکننده ای به رنگ سفید – نقره ای است. این عنصر را در سال ۱۷۳۷ میلادی، توسط دانشمند سوئدی، جرج برنند، George Brandt کشف کرد. کبالت از لحاظ خواص فیزیکی شبیه به نیکل و آهن و از نظر شیمیایی عنصری فعال است. این عنصر به ندرت به صورت غیر ترکیبی در طبیعت یافت می شود، اما غالباً به صورت فلز درخشان

یافت می شود. کبالت یکی از اجزای سازنده سنگ های معدنی کبالتیت و سایر کانی های دیگر است. فلز کبالت خالص از طریق احیای ترکیباتش توسط آلومینیم، کربن یا هیدروژن به دست می آید.

**اثرات کبالت بر سلامتی انسان :** از آنجایی که کبالت به طور گسترده در محیط های گوناگون وجود دارد، با تنفس هوا، آشامیدن آب و خوردن غذاهایی که حاوی کبالت هستند، مقداری کبالت وارد بدن انسان می شود. تماس پوست با خاک یا آب دارای کبالت نیز راه دیگر ورود کبالت به بدن انسان است.

کبالت همیشه به آسانی در دسترس نیست، اما برخی



اوقات ذرات کبالت به خاک یا ذرات رسوبی متصل نمی شوند و ممکن است که گیاهان و جانوران مقدار زیادی کبالت دریافت کنند. به همین ترتیب، مقدار زیادی کبالت در بدن آنها ذخیره می شود.

کبالت برای بدن انسان اهمیت زیادی دارد، زیرا بخشی از ویتامین B<sub>۱۲</sub> را تشکیل می دهد و برای برطرف کردن عارضه کم خونی از آن استفاده می شود. زیرا کبالت تولید سلول های خونی را تحریک می کند. مقدار زیاد کبالت برای بدن انسان مضر است. اگر مقدار کبالت در هوای تنفسی از حد مجاز بیشتر باشد، بر اثر تنفس آن مشکلات تنفسی مانند آسم و ذات الریه ایجاد می شود. این مسئله اغلب در افرادی که در محیط کارشان مقدار زیادی کبالت وجود دارد دیده می شود.

در صورتی که گیاهان در خاک آلوده به کبالت رشد کنند، ذرات بسیار ریز کبالت در اندام هایی از گیاه که مورد استفاده انسان است، مانند میوه ها و دانه های گیاه، تجمع پیدا می کند. خاک هایی که در نزدیکی معادن قرار دارند، مقدار زیادی کبالت دارند. بنابراین، مصرف چنین گیاهانی توسط انسان سبب بروز آسیب های فراوانی می شود.

**اثرات غلظت بالای کبالت در بدن :** استفراغ و تهوع، مشکلات بینایی، مشکلات قلبی و آسیب به تیروئید اشکال دیگری از کبالت که باعث بیماری می شوند، ایزوتوپ های رادیواکتیو کبالت هستند. ایزوتوپ های رادیواکتیو کبالت سبب نازایی، ریزش مو، تهوع، خونریزی، کما و حتی مرگ می شوند. گاهی اوقات پرتوهای حاصل از ایزوتوپ های کبالت برای بیماران سرطانی و برای از بین بردن تومور استفاده می شوند. این بیماران بر اثر استفاده از ایزوتوپ های کبالت عوارضی از قبیل ریزش مو، اسهال و تهوع را تجربه می کنند.

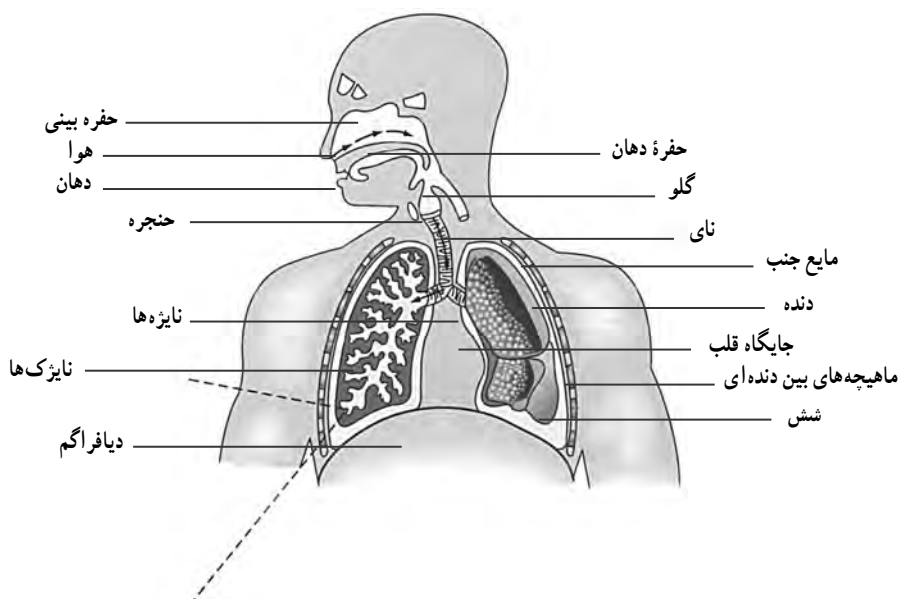
غبار کبالت باعث بیماری هایی شبیه آسم می شود و علائمی مانند سرفه کوتاه و انقطاع تنفس و تنگی نفس در پی دارد. این علائم به تدریج در فرد افزایش می یابند و مشکلات دیگری مانند بیماری های ریوی، تصلب شرایین، ناتوانی دائمی و مرگ را سبب می شوند. اگر فردی در معرض کبالت زیاد قرار گیرد، دچار کاهش وزن، آماس پوست و حساسیت زیاد دستگاه تنفس می شود. وجود مقدار اندک عنصر شیمیایی کبالت در جانوران آزمایشگاهی باعث مرگ ۵۰ درصد جمعیت آنان شده است. این مقدار در حدود میلی گرم یا گرم ماده در هر کیلوگرم از وزن جانور است.

آژانس بین المللی تحقیقات سرطان (IARC)، کبالت و ترکیبات آن را در گروه B<sub>۲</sub> طبقه بندی کرده است. این یعنی عنصری که در گروه B<sub>۲</sub> قرار می گیرند، ممکن است برای انسان سرطان زا باشند.

### دم و بازدم :

تنفس را در انسان به دو مرحله دم و بازدم تقسیم می کنند. ورود هوا از بیرون به درون بدن، مرحله «دم» و خروج آن از شش ها به بیرون، مرحله «بازدم» نام دارد. دم و بازدم در اثر حرکات قفسه سینه و عضلات

تنفسی صورت می گیرد. شش ها هم با خاصیت ارتجاعی خود از این حرکات پیروی می کنند. هوا هنگام عبور از بینی گرم و مرطوب می شود، زیرا حفره های بینی از مخاط و عروق خونی پوشیده شده اند که هوا را قبل از رسیدن به ریه ها گرم و مرطوب می کنند و با کمک موها و مژک ها گرد و غبار آن را می گیرند.



## پاسخ پرشی ها

۱ صورتی

۲ کاغذی که در مجاورت هوای بازدم قرار می گیرد، صورتی رنگ می شود.

۳ رطوبت موجود در هوای بازدمی

۴ الف) رطوبت دست بر نتیجه آزمایش تأثیر نگذارد و سبب تغییر رنگ کاغذ نشود.

ب) کاغذ آغشته به محلول کبالت II کلرید سمی است.



## کربن دی اکسید در هوای بازدمی

۶

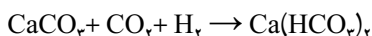
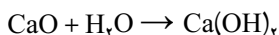
### ایمنی و هشدار

برای دمیدن درون لوله ها هر فرد از یک نی استفاده کند.

### دانستنی های لازم برای مربی

«برم تیمول» آبی با فرمول  $C_{27}H_{28}Br_2O_5S$  یکی از شناساگرهای PH است. رنگ این ماده در محیط اسیدی زرد و در محیط بازی آبی است. برم تیمول بلو یک معرف شیمیایی است که از آن برای تشخیص اسیدها و بازهای ضعیف (معرف PH) استفاده می شود. برم تیمول بلو در محلول های خنثی به رنگ سبز است، در محلول های اسیدی زرد رنگ و در محلول های بازی آبی رنگ می شود. وقتی به آن کربن دی اکسید اضافه شود زرد رنگ می شود. البته برم تیمول بلو تنها یک معرف کربن دی اکسید نیست، چون در تمام محلول های اسیدی زرد رنگ می شود. اما چون واکنش کربن دی اکسید با آب تولید اسید کربنیک (اسید ضعیف) می کند، بنابراین باعث تغییر رنگ برم تیمول بلو می شود. از برم تیمول بلو حتی به عنوان ماده ای برای رنگ کردن بافت های گیاهی نیز می توان استفاده کرد. یکی از کاربردهای برم تیمول بلو در صنعت، تعیین میزان کربنیک اسید در تانک های پرورش ماهی است. البته می توان در این آزمایش از معرف های دیگر PH مثل فنل فتالین نیز استفاده کرد.

کاربرد آب آهک به عنوان معرف دی اکسید کربن بهتر و اختصاصی تر از برم تیمول بلوست. کلسیم اکسید در واکنش با آب کلسیم هیدروکسید ایجاد می کند که محلولی بی رنگ است. ضمن دمیدن در این محلول، کلسیم کربنات تشکیل می شود که محلولی کدر یا شیری رنگ ایجاد می کند و با ادامه دمیدن در این محلول، کلسیم هیدروژن کربنات تشکیل می شود که محلولی بی رنگ خواهد بود.



## پاسخ پرسش ها

۱. محلول آب آهک شیری یا کدر می شود و محلول برم تیمول بلو به رنگ زرد در می آید.
۲. بله. در صورت دمیدن در محلول آب آهک رنگ آن، ابتدا شیری و با ادامه دمیدن بی رنگ می شود. در صورت دمیدن به محلول آبی رنگ برم تیمول، ابتدا رنگ محلول به سمت سبز تغییر می کند و با ادامه دمیدن زرد رنگ می شود.
۳. بله. به دلیل افزایش متابولیسم یا سوخت و ساز یاخته های بدن طی فعالیت بدنی، میزان دفع کربن دی اکسید افزایش می یابد و کربن دی اکسید بیشتری در لوله دمیده می شود.

## غذاهای پشتیبان رشد بدن

۷

**هدف:** بررسی و اثبات وجود پروتئین در مواد غذایی

**پیش بینی نتیجه:** شیر و سفیده تخم مرغ پروتئین دارند، ولی آب میوه پروتئین ندارد.

**نکته:** الف) بهتر است حجم شیر و سفیده تخم مرغ در لوله های آزمایش برابر باشد.

ب) هنگام افزودن معرف بیوره نباید لوله های آزمایش را تکان داد.

ج) در این آزمایش می توان از مواد غذایی دیگر مانند آب گوشت پخته، پنیر، ماست، کره، برنج و حبوبات پخته نیز استفاده کرد.

## دانستنی های لازم برای مربی

**معرف بیوره:** بیوره معرف پروتئین است. این معرف شامل سولفات مس و هیدروکسید سدیم است که در واقع ماده اصلی آن سولفات مس است. این معرف تقریباً آبی رنگ است.

$Cu^{2++}$  با پیوندهای پپتیدی پروتئین ها = کمپلکس بنفش رنگ

از آنجا که هم گروه آمین و هم گروه کربوکسیل پروتئین ها اکثراً در گیر پیوند هستند، نمی توان از آزمایش های آمینو اسیدی برای تشخیص آنها استفاده کرد، بنابراین، برای شناسایی آنها از معرف بیوره استفاده می شود و در صورتی که رنگ مایل به بنفش ایجاد شود، وجود پروتئین و مثبت بودن آزمایش تأیید می شود.

## اساس کار

اساس روش بیوره این است که یون مس دو ظرفیتی ( $\text{Cu}^{2+}$ ) در محیط قلیایی با عامل آمین پیوندهای پپتیدی ترکیب می شود و کمپلکس آبی رنگی ایجاد می کند که در طول موج  $540\text{ nm}$  جذب می شود. به دلیل اینکه مولکول بیوره نیز همین کمپلکس آبی را با  $\text{Cu}^{2+}$  تشکیل می دهد، این آزمایش بیوره نام دارد. نتیجه آزمایش : درست شدن حلقه بنفش رنگ بیانگر و نشان دهنده وجود یون مس در پیوندهای پپتیدی است. وجود حداقل دو پیوند پپتیدی در محلول مد نظر آزمایش به اثبات رسید. هرچه تعداد پیوندهای پپتیدی بیشتر باشد، شدت و غلظت رنگ بنفش بیشتر خواهد بود.

## طرز تهیه

به یک لیتر محلول سود  $10^\circ$  درصد  $25$  میلی لیتر محلول سولفات مس  $3^\circ$  درصد بیفزایید. (اگر  $3^\circ$  گرم سولفات مس را به  $100$  میلی لیتر آب اضافه کنید تا محلول  $3^\circ$  درصد ساخته شود). این محلول در صورت ماندن خراب می شود، پس باید به صورت تازه تهیه شود.

## پروتئین چیست؟

قبل از شروع، ضروری است بدانید پروتئین چیست و چگونه در بدن عمل می کند. پروتئین ها مولکول های بزرگی هستند که از آمینو اسیدها تشکیل شده اند. آمینو اسیدها ساختار بدن ما را تشکیل می دهند و سلول ها، بافت و ماهیچه ها را تنظیم می کنند. پروتئین در هورمون ها، آنزیم ها و پادتن ها یافت می شود و بدن ما را در حالت تعادل نگه می دارد. پروتئین ها  $25$  درصد وزن بدن ما را تشکیل می دهند و این عدد نشان می دهد پروتئین ها برای بدن ضروری اند. بعد از گوشت و فراورده های گوشتی که آشناترین مواد غذایی پروتئین دار محسوب می شوند، مهم ترین منابع پروتئین عبارت اند از شیر و لبنیات، تخم مرغ، حبوبات، مغز بعضی دانه های گیاهی، غلات و فراورده های آردی و بالاخره بعضی از سبزی ها و صیفی ها.

مصرف تخم مرغ و لبنیات در کسانی که نمی توانند از آنها استفاده کنند، شیر و تخم مرغ بهترین منبع تأمین پروتئین بدن است. پروتئین های موجود در تخم مرغ، به علت نزدیکی ساخت آنها با پروتئین های بدن انسان، کیفیت بسیار بالایی دارند؛ آن قدر بالا که دانشمندان برای اندازه گیری کیفیت سایر پروتئین ها آنها

را با پروتئین‌های تخم مرغ مقایسه می‌کنند. هر تخم مرغ متوسط (به وزن ۵۰ گرم) شش گرم پروتئین دارد که تمام این مقدار کم و بیش قابل جذب است. شیر و فراورده‌های لبنی چون ماست و پنیر نیز در تأمین پروتئین مورد نیاز بدن بسیار کارساز هستند. در ۱۰۰ گرم شیر ۳/۷ گرم پروتئین وجود دارد که سه گرم آن قابل جذب است. در کشک خشک نیز شاهد یکی از بالاترین تمرکزهای پروتئین در فراورده‌های دامی هستیم؛ یعنی نزدیک به ۵۵ درصد.

## نمونه‌هایی از غذاهای دارای پروتئین

۱ تخم مرغ کامل. از سالم‌ترین و مغذی‌ترین غذاها است. تخم مرغ حاوی ویتامین، مواد معدنی، چربی‌های سالم، آنتی‌اکسیدان محافظ چشم و مواد مغذی مغز است که اکثر مردم به اندازه کافی از آنها مصرف نمی‌کنند. تخم مرغ کامل مقدار زیادی پروتئین دارد، اما سفیده تخم مرغ تقریباً پروتئین خالص است. ۲ بادام. یک نوع رایج از آجیل درختی است. بادام علاوه بر پروتئین، مواد مغذی مهمی از جمله فیبر، ویتامین E، منگنز و منیزیم دارد.

۳ حبوبات. مانند نخود، لوبیا، باقلا، ماش و عدس از نظر مقدار پروتئین غنی هستند، ولی ضریب جذب پروتئین آنها روی هم رفته پایین است.

۴ مغز میوه‌ها و دانه‌ها. بشر از دیرباز به ارزش غذایی پسته و گردو و بادام و حتی تخمه پی برده بود. بسیاری از این گونه تخم‌ها، علاوه بر پروتئین، مقدار قابل توجهی چربی دارند. تخم کدو ۳۲ درصد، تخم آفتابگردان ۲۵ درصد، تخم کنجد نزدیک به ۱۸ درصد، گردو حدود ۲۱ درصد و پسته ۱۷ درصد پروتئین دارد.

۵ غلات. مهم‌ترین اعضای این خانواده عبارت‌اند از گندم، جو، ذرت و برنج که هر چند در بالاترین رده مواد پروتئین‌دار قرار ندارند، ولی با توجه به بهای فراورده‌های آنها (مثلاً نان) در بازار، از با صرفه‌ترین منابع تأمین پروتئین محسوب می‌شوند. ضریب جذب پروتئین این مواد به نسبت بالاست (حدود ۶۰ تا ۷۰ درصد)، ولی مقدار پروتئین موجود در آنها چشمگیر نیست.

۶ سبزی‌ها و صیفی‌ها. سبزی‌ها از پر ویتامین‌ترین مواد غذایی هستند، ولی در رده مواد پروتئین‌دار بهترین مواد نیستند. در عین حال، از لحاظ موجودی پروتئین از میوه‌ها جلوترند. در میان سبزی‌هایی که در ایران کشت می‌شوند، پروتئین‌دارترین آنها عبارت‌اند از نخود سبز (۶ گرم)، کلم تکمه‌ای (۵ گرم)، ذرت تازه (بلال) (۴ گرم)، قارچ (۳ گرم)، گل کلم (۳ گرم)، اسفناج (۳ گرم)، جوانه ماش (۴ گرم)، سیب زمینی (۲ گرم)، بامیه (۲ گرم) و برگ چغندر (۲ گرم).

## پاسخ پرسش ها

۱ شیر و سفیده تخم مرغ

۲ سفیده تخم مرغ

## گویچه های انتقال دهنده گازهای تنفسی

۸

## ایمنی و هشدار

۱ با احتیاط از لانست استریل استفاده کنید.

۲ قبل از استفاده از لانست، انگشت خود را حتماً ضدعفونی کنید.

| ماده غذایی      | میزان پروتئین (%) | ماده غذایی       | میزان پروتئین (%) | ماده غذایی     | میزان پروتئین (%) |
|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|----------------|-------------------|
| گوشت گاو        | ۲۰                | ماست             | ۴                 | انواع سویا     | ۵۴-۷۰             |
| گوشت گوسفند     | ۱۱                | کشک              | ۷۰                | انواع برنج     | ۱-۸               |
| گوشت مرغ        | ۱۲-۵              | مغز بادام بوداده | ۱۷/۳              | انواع گندم     | ۱۰-۱۲             |
| انواع ماهی      | ۱۸-۲۴             | بادام زمینی      | ۲۸/۴              | انواع آرد گندم | ۰-۱۲              |
| تخم مرغ کامل    | ۱۲-۵              | مغز پسته بوداده  | ۴۱                | انواع نان      | ۱۰-۱۵             |
| زرده تخم مرغ    | ۱۱                | تخمه کدو         | ۲۱/۵              | ذرت            | ۷                 |
| انواع پنیر سفید | ۱۸-۴۷             | تخمه هندوانه     | ۴۳                | جو             | ۱۰                |
| شیر گاو         | ۴                 | مغز گردو خشک     | ۱۵                | انواع حبوبات   | ۲۰-۲۱             |

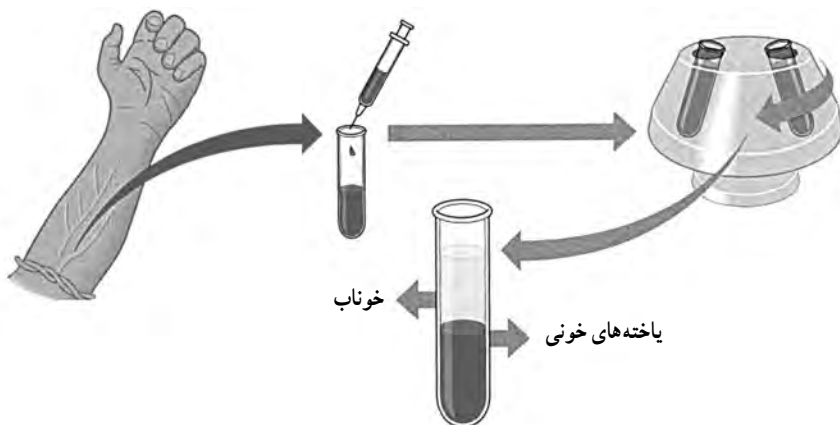


۳ بسیاری از بیماری ها مثل هپاتیت از طریق خون منتقل می شوند. بنابراین، تیغه های استفاده شده را،

قبل از دور انداختن در ظرف حاوی الکل قرار دهید.

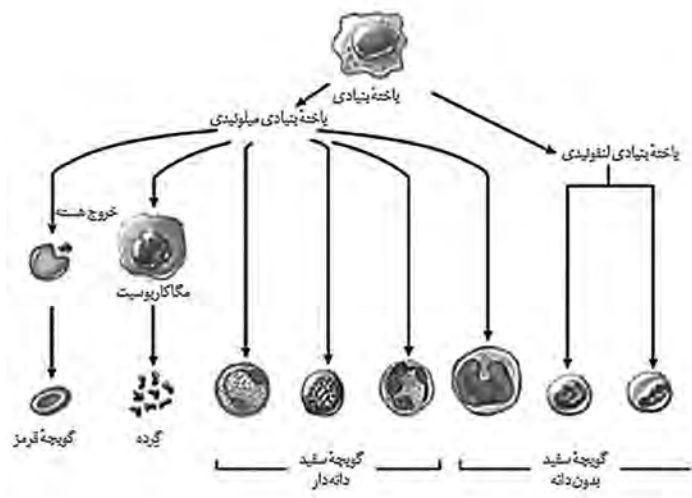
## دانشتنی های لازم برای معلم

خون نوعی بافت پیوندی است که به طور منظم و یکطرفه در رگ های خونی جریان دارد و شامل دو بخش است: خوناب که حالت مایع دارد، بخش یاخته ای که گویچه های قرمز، گویچه های سفید و گرده (پلاکت) را شامل می شود. اگر مقداری از خون را سانتریفیوژ کنیم، دو بخش خون از هم جدا می شوند و می توان درصد هر کدام را مشخص کرد. معمولاً در فرد سالم و بالغ ۵۵ درصد حجم خون را پلاسما و ۴۵ درصد آن را یاخته های خونی تشکیل می دهند.

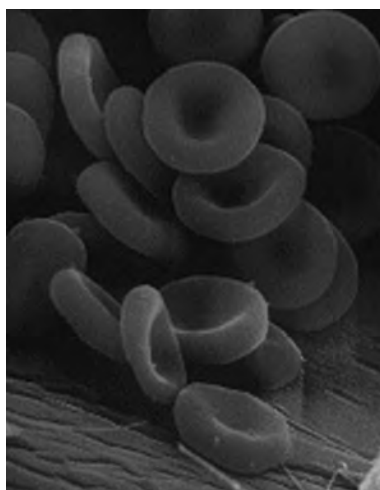


انتقال مواد غذایی، اکسیژن، کربن دی اکسید، هورمون ها و مواد دیگر، از وظایف خون است. خون از همین طریق ارتباط شیمیایی بین یاخته های بدن را امکان پذیر می سازد و به تنظیم دمای بدن و یکسان شدن دما در نواحی گوناگون بدن کمک می کند. همچنین، در ایمنی و دفاع در برابر عوامل خارجی نقش اساسی دارد و هنگام خون ریزی، به کمک عواملی، از هدر رفتن خون جلوگیری می کند. بیش از ۹۰ درصد خوناب آب است که پروتئین ها، مواد غذایی، یون ها و مواد دفعی در آن حل شده اند. پروتئین های خوناب در حفظ فشار اسمزی خون، انتقال بعضی مواد، تنظیم pH، انعقاد خون و ایمنی بدن نقش دارند.

بخش دوم خون شامل گویچه های قرمز، گویچه های سفید و پلاکت (گرده) است. در فرد بالغ، یاخته های خونی و گرده ها در مغز قرمز استخوان تولید می شود. در مغز استخوان یاخته هایی بنیادی وجود دارند که با تقسیمات خود این بخش خون را تولید می کنند.



در انسان بیش از ۹۹ درصد یاخته های خونی را گوییچه های قرمز تشکیل می دهند که ظاهر قرمز رنگ به خون می دهند.

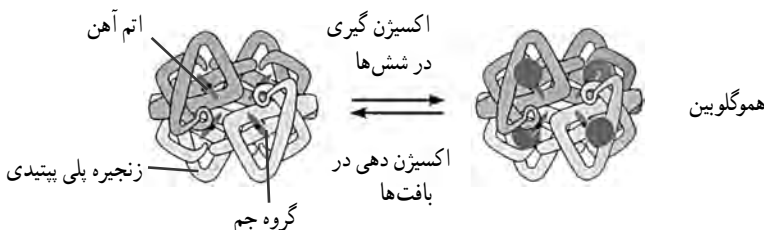


یاخته های قرمز : این یاخته های کروی که از دو طرف حالت فرورفته دارند، در هنگام تشکیل در مغز استخوان، هسته خود را از دست می دهند و میان یاخته آنها از هموگلوبین پر می شود. نقش اصلی گوییچه های قرمز انتقال گازهای تنفسی است. متوسط عمر گوییچه های قرمز ۱۲۰ روز است. روزانه تقریباً یک درصد از گوییچه های قرمز تخریب می شوند و باید جایگزین شوند. یاخته های خونی آسیب دیده و مرده در طحال و

کبد تخریب می‌شوند. آهن آزاد شده در این فرایند یا در کبد ذخیره می‌شود یا همراه خون به مغز استخوان می‌رود و در ساخت دوباره گویچه‌های قرمز از آن استفاده می‌شود. برای ساخته شدن گویچه‌های قرمز در مغز استخوان، علاوه بر وجود آهن، فولیک اسید و ویتامین  $B_{12}$  لازم است. باخته‌های مولد گویچه‌های قرمز در مغز استخوان نسبت به اشعه ایکس بسیار حساس‌اند و کمبود ویتامین  $B_{12}$ ، آهن و فولیک اسید در غذا نیز موجب کاهش تولید گویچه‌های قرمز می‌شود. شکل خاص گویچه‌های قرمز به وسیع بودن سطح این باخته‌ها کمک می‌کند. افزایش نسبت سطح و حجم در گویچه‌های قرمز عمل انتقال اکسیژن را از اندام‌های تنفسی به باخته‌ها آسان تر می‌سازد. گویچه‌های قرمز در انتقال اکسیژن و دی‌اکسید کربن نقش دارند و به تعداد تقریبی پنج میلیون در هر میلی‌متر مکعب خون یافت می‌شوند. گویچه‌های قرمز زنده‌اند و مواد غذایی را از راه تخمیر (تنفس بی‌هوازی) به‌دست می‌آورند، زیرا میتوکندری ندارند.

## هموگلوبین

هموگلوبین در حمل و نقل گازهای خون، به‌ویژه اکسیژن، دارد. این ماده از یک بخش پروتئینی به نام «گلوبین» و چهار مولکول غیر پروتئینی به نام «هم» درست شده است. مولکول هم از یک اتم آهن تشکیل یافته است. که می‌تواند با اکسیژن ترکیب شود یا آن را از دست بدهد. گویچه قرمز سرشار از هموگلوبین است. هموگلوبین پروتئینی است که از چهار رشته پلی‌پپتیدی تشکیل شده است. هر رشته به یک گروه غیر پروتئینی به نام هم متصل است. هر گروه هم یک اتم آهن دارد که می‌تواند به‌طور برگشت‌پذیر به یک مولکول اکسیژن متصل شود؛ یعنی اکسیژن متصل شده توانایی جدا شدن از هموگلوبین را نیز دارد. میزان غلظت اکسیژن در اطراف هموگلوبین مشخص می‌کند که اکسیژن باید به هموگلوبین متصل یا از آن جدا شود. در شش‌ها که غلظت اکسیژن در مویرگ‌های ششی زیاد است، اکسیژن به هموگلوبین می‌پیوندد و در مجاورت بافت‌ها، که غلظت اکسیژن به علت مصرف شدن توسط باخته‌ها کاهش یافته است، اکسیژن از هموگلوبین جدا و به باخته‌ها داده می‌شود. پیوستن یا گسستن کربن دی‌اکسید نیز تابع میزان غلظت آن است. در مجاورت بافت‌ها کربن دی‌اکسید به هموگلوبین متصل و در شش‌ها از آن جدا می‌شود.



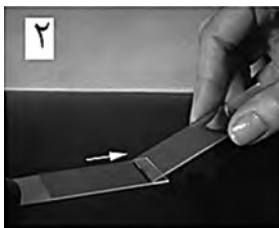
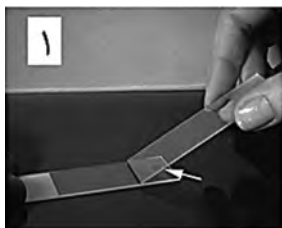


## پاسخ پرسش ها

۱ این کار برای پخش شدن یکنواخت و نازک بافت خونی در سطح تیغه، به منظور مشاهده بهتر گویچه های قرمز، انجام می شود.

۲ با بزرگ نمایی  $40^\circ$  و  $100^\circ$  (در صورت استفاده از عدسی  $10^\circ$ ، از روغن سدر یا ایمرسیون استفاده کنید.)

۳ گویچه های قرمز انسان یاخته هایی پهن، کوچک، بدون هسته و در مرکز مقعرالطرفین هستند.



چگونگی تهیه گستره خونی

## تعیین گروه‌های خونی

### ایمنی و هشدار

- ۱ با احتیاط از لانتست استریل استفاده کنید.
- ۲ قبل از استفاده از لانتست، انگشت خود را حتماً ضدعفونی کنید.
- ۳ بسیاری از بیماری‌ها مثل هپاتیت از طریق خون منتقل می‌شوند؛ بنابراین تیغه‌های استفاده شده را ابتدا در ظرف حاوی الکل قرار دهید و سپس دور بیندازید.

### دانستنی‌های لازم برای مربی

تعیین گروه‌های خونی یک روش برای تقسیم‌بندی خون افراد است. این تقسیم‌بندی بر اساس وجود یا نبود پادگن (آنتی‌ژن)‌های موروثی خاصی روی سطح گلبول‌های قرمز انجام می‌شود. بر اساس مهم‌ترین این تقسیمات، خون همهٔ انسان‌ها به چهار دستهٔ  $A$ ،  $B$ ،  $AB$  و  $O$  و بر اساس نوعی تقسیم‌بندی دیگر، خون به گروه‌های مثبت و منفی تقسیم می‌شود.








آنتی‌ژن‌های گروه‌های خونی بر سطح گلبول‌های قرمز قرار دارند و شامل ده‌ها نوع می‌شوند. مهم‌ترین آنها آنتی‌ژن‌های  $A$  و  $B$  هستند. برخی افراد آنتی‌ژن نوع  $A$ ، برخی نوع  $B$ ، برخی هر دو آنتی‌ژن  $A$  و  $B$  را دارا هستند و برخی نیز هیچ‌یک از این آنتی‌ژن‌ها را ندارند که به گروه خونی  $O$  معروف‌اند. به این ترتیب، افراد در گروه‌های خونی  $A$ ،  $B$ ،  $AB$  و  $O$  قرار می‌گیرند.

گروه خونی  $A$  آنتی‌ژن نوع  $A$  را در سطح گلبول قرمز خود دارد و در پلاسمای خونس نیز آنتی‌کور  $B$  ضد آنتی‌ژن  $B$  را داراست.

گروه خونی  $B$  آنتی‌ژن نوع  $B$  را در سطح گلبول‌های قرمز خود دارد و در پلاسمای خونس نیز آنتی‌کور  $A$  ضد آنتی‌ژن  $A$  را دارد.

گروه خونی  $AB$  آنتی‌ژن‌های نوع  $A$  و  $B$  را در سطح گلبول‌های قرمز خود دارد و در پلاسمای خونس نیز هیچ‌یک از آنتی‌کورها را ندارد.

گروه خونی  $O$  هیچ‌یک از آنتی‌ژن‌ها را در سطح گلبول‌های قرمز خود ندارد ولی هر دو آنتی‌کور را داراست.

| گروه های خونی           | A   | B   | AB   | O  |
|-------------------------|---|---|--|--|
| سلول های خونی (آنتی ژن) | <br>آنتی ژن A  | <br>آنتی ژن B  | <br>آنتی ژن A و B | <br>بدون آنتی ژن   |
| پلاسما (آنتی کور)       | <br>آنتی کور b | <br>آنتی کور a | NONE<br>بدون آنتی کور  | <br>آنتی کور a و b |

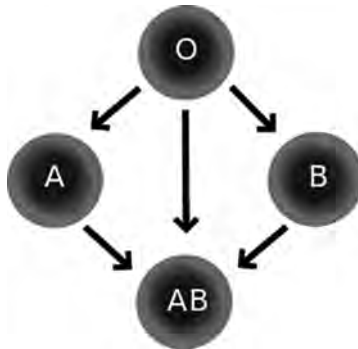
#### سیستم RH

در سال ۱۹۴۰، لندشتاینر، که کاشف گروه های اصلی خون بود، به همراه دستیار خود، وینر، نشان داد، علاوه بر گروه های خونی A و B و O، سیستم دیگری به نام Rh (ار-هاس) نیز وجود دارد. هر فردی که عامل Rh را روی گلبول های قرمز خود داشته باشد، Rh مثبت و اگر نداشته باشد Rh منفی است. حدود ۸۵ تا ۹۰ درصد ایرانیان Rh مثبت و مابقی Rh منفی هستند.

#### سازگاری گروه های خونی

گروه خونی A می تواند به گروه های AB و A خون اهدا کند و از گروه های خونی A و O خون دریافت کند. گروه خونی B می تواند به گروه های AB و B خون اهدا کند و از گروه های خونی B و O خون دریافت کند. گروه خونی AB تنها می تواند به گروه خونی AB خون اهدا کند، ولی می تواند از تمام گروه های خونی خون دریافت کند. گروه خونی O می تواند به تمام گروه های خونی خون اهدا کند، اما فقط می تواند از گروه خونی O خون دریافت کند.

در شرایط عادی، خون های هم گروه به نیازمندان و بیماران تزریق می شوند، اما در موقعیت های اضطراری، گروه خونی O اهدا کننده عمومی و گروه خونی AB گیرنده عمومی محسوب می شوند.



























### گروه های خونی و انتقال خون

هنگامی که خون ناسازگاری به گیرنده تزریق شود، عواقب خطرناکی در پیش خواهد بود. پس از ورود خون ناسازگار به رگ فرد گیرنده، آنتی‌بادی‌های موجود در خون وی به آنتی‌ژن‌های موجود در سطح گلبول‌های قرمز بیگانه (فرد دهنده) متصل می‌شوند. در این حال، روند تخریب گلبول‌های قرمز شروع می‌شود و آنها پاره می‌شوند. علائم اولیه ورود خون ناسازگار عبارت‌اند از: لرزش بدن، تشنج، انعقاد داخل عروقی، تب و پیدایش هموگلوبین در ادرار. اقدامات فوری برای درمان واکنش‌های انتقال خون ناسازگار شامل متوقف کردن انتقال خون و زیاد کردن حجم ادرار با کمک داروهای خاص است، چراکه تجمع هموگلوبین در کلیه ممکن است موجب اختلال عملکردی کلیه و از بین رفتن این عضو مهم بدن شود. اگر اقدامات درمانی فوری صورت نگیرد، ممکن است مرگ هم در پی آید.

### تشخیص گروه های خونی

| Anti A | Anti B | گروه خونی | گروه خونی A با آنتی کور B رسوب نمی‌دهد، ولی با آنتی کور A رسوب می‌دهد.         |
|--------|--------|-----------|--|
|        |        | <b>A</b>  | گروه خونی B با آنتی کور B رسوب می‌دهد، ولی با آنتی کور A رسوب نمی‌دهد.         |
|        |        | <b>B</b>  | گروه خونی AB با هر دو آنتی کور A و B رسوب می‌دهد.                              |
|        |        | <b>AB</b> | گروه خونی O با هیچ‌یک از آنتی کورهای A و B رسوب نمی‌دهد.                       |
|        |        | <b>O</b>  | برحسب رسوب دادن یا رسوب ندادن، مطابق جدول زیر می‌توان به نوع گروه خونی پی برد: |

| ایجاد رسوب با آنتی کور D | ایجاد رسوب با آنتی کور B | ایجاد رسوب با آنتی کور A | وجود آنتی ژن D بر روی گلبول قرمز | وجود آنتی ژن B بر روی گلبول قرمز | وجود آنتی ژن A بر روی گلبول قرمز | نوع گروه خونی |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|---------------|
| +                        | -                        | +                        | +                                | -                                | +                                | + A           |
| +                        | +                        | -                        | +                                | +                                | -                                | + B           |
| +                        | +                        | +                        | +                                | +                                | +                                | + AB          |
| -                        | -                        | +                        | -                                | -                                | +                                | - A           |
| -                        | +                        | -                        | -                                | +                                | -                                | - B           |
| -                        | +                        | +                        | -                                | +                                | +                                | - AB          |
| +                        | -                        | -                        | +                                | -                                | -                                | + O           |
| -                        | -                        | -                        | -                                | -                                | -                                | - O           |

| BLOOD TYPE  | ANTI-A  | ANTI-B  | ANTI-D  |
|-------------|---|---|---|
| O-POSITIVE  |    |    |    |
| O-NEGATIVE  |    |    |    |
| A-POSITIVE  |   |   |   |
| A-NEGATIVE  |  |  |  |
| B-POSITIVE  |  |  |  |
| B-NEGATIVE  |  |  |  |
| AB-POSITIVE |  |  |  |
| AB-NEGATIVE |  |  |  |

## پاسخ پرسشی ها

۱ بر حسب گروه های خونی، رسوب دادن یا رسوب ندادن در مخلوط قطره خون و آنتی کورها مشاهده می شود.

۲ با توجه به شکل بالا می توان نوع گروه خونی و Rh آن را تعیین کرد.

## جوشاندن آب ، بدون گرما

۱۰

### هدف از اجرای آزمایش

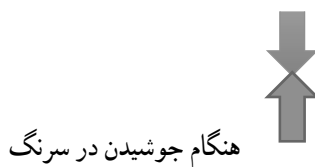
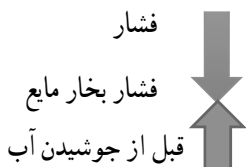
- ۱ بیان رابطه حجم با فشار گاز (قانون بویل).
- ۲ تعریف نقطه جوش و اثر فشار هوا روی آن.
- ۳ معرفی خواص کولیگاتیو.

### نکات لازم در اجرا (توصیه‌ها)

۱ ابتدا سرنگ را تا  $\frac{1}{4}$  از آب پر کنید و در حالی که درپوش آن را گذاشته‌اید، پیستون را کمی بکشید. از دانش‌آموزان سؤال کنید، اگر شما پیستون را رها کنید، چه اتفاقی می‌افتد، چرا؟ با کشیدن پیستون، فشار داخل سرنگ کاهش می‌یابد و کمتر از فشار هوای بیرون سرنگ می‌شود. به همین دلیل، نیرویی روی پیستون به وجود می‌آید که به محض برداشتن دستتان از روی پیستون، پیستون خود به خود به محل قبلی برمی‌گردد. بار دیگر پیستون را با قدرت بکشید و از دانش‌آموزان بخواهید به تغییرات آب توجه کنند. علت این تغییرات را در کلاس به بحث بگذارید.

۲ مسابقه جوشیدن : به یک گروه آب و به گروه دیگر محلول غلیظ (کاملاً سیر شده) نمک طعام در دمای یکسان بدهید و سرعت به جوش آوردن آب را در هر دو سرنگ به مسابقه بگذارید.

جواب مورد انتظار : نقطه جوش به دمایی گفته می‌شود که فشار هوا برابر فشار بخار مایع شود. در حالت عادی، آب به دلیل فشار هوا نمی‌جوشد. اگر آب را گرم کنیم، مولکول‌های آن بخار می‌شوند و آب در نتیجه افزایش فشار بخار مایع، شروع به جوشیدن می‌کند. در این آزمایش، با کشیدن پیستون حجم هوای داخل سرنگ افزایش و در نتیجه فشار آن کاهش می‌یابد (قانون بویل). جوشیدن آب نیز بر اثر کاهش فشار هوا رخ می‌دهد.



ممکن است قبل از کشیدن پیستون هوای داخل سرنگ را کاملاً خارج کنید و بعد پیستون را بکشید. در این حالت، با کشیدن پیستون، در بالای سطح آب خلأ ایجاد می شود و در اثر این خلأ ابتدا گازهای محلول در آب به سرعت خارج می شوند و آب نیز شروع به جوشیدن می کند و فضای خلأ از بخار آب و گازهای خارج شده از آب پر می شود (گازهای زیادی مانند اکسیژن و کربن دی اکسید در آب شیر محلول هستند). می توانید دوباره پیستون سرنگ را به حالت اول برگردانید. گازها در آب حل می شوند و بخار آب سریع از حالت گاز به مایع تغییر می کند. اگر هدفشان نشان دادن وجود گازهای محلول در آب است، توصیه می شود از آب سرد استفاده کنید تا پیستون راحت تر به حالت اولیه برگردد.

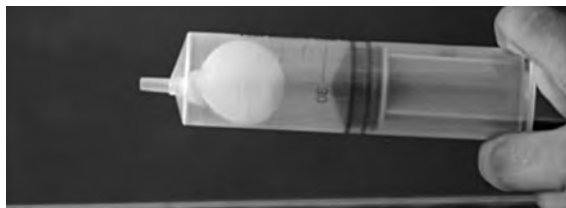
در این آزمایش، نشان دادن رابطه حجم گاز و فشار آن هدف است. به همین دلیل، توصیه می شود: **۱** هوای سرنگ را کاملاً خالی نکنید (مقدار کمی از هوا داخل سرنگ باقی بماند) و توجه دانش آموزان را به تغییر حجم این هوا جلب کنید.

**۲** از آب گرم بالای ۴۰ درجه سانتی گراد استفاده کنید (هرچه آب گرم تر باشد، جوشیدن آن راحت تر خواهد بود).

## آزمایش های تکمیلی

برای نشان دادن قانون بویل آزمایش های زیر را نیز می توان انجام داد:

**۱** تکه کوچکی از بادکنک را جدا و باد کنید. سپس آن را داخل سرنگ قرار دهید. با کشیدن پیستون به تغییرات حجم بادکنک توجه کنید.



**۲** ۲۰ میلی لیتر آب در حال جوش را داخل ارلن ۲۵۰ میلی لیتری بریزید و به تماشاچیان نشان دهید که آب دیگر نمی جوشد. حال به سرعت درپوش ارلن را بگذارید و آن را وارونه کنید.

یک قطعه یخ روی آن قرار دهید. با کم کردن دمای گاز بالای آب، فشار کاهش می یابد و آب شروع به جوشیدن می کند.

**۳** چند قطره آب داخل ارلن بریزید و با چراغ بونزن آب را در ارلن به جوش آورید.



به سرعت یک بادکنک در دهانه ارلن قرار دهید تا با بخار آب پر شود.

سپس بالن را در مخلوط آب و یخ قرار دهید. بادکنک به داخل بالن کشیده می‌شود. کاهش دما حجم گاز درون ارلن کم شده و بادکنک را به داخل می‌کشد.

## دانستنی‌های لازم برای مربی

اگر فشار هوا را خیلی کم کنیم، می‌توانیم آب را در صفر درجهٔ سلسیوس نیز به راحتی به جوش آوریم. در این حالت (نقطهٔ سه گانهٔ آب) آب به سه حالت یخ، بخار و مایع وجود دارد و سه حالت با هم در تعادل هستند. نقطهٔ سه گانهٔ آب در فشار ۶ میلی بار و صفر درجهٔ سلسیوس (۳۲ درجهٔ فارنهایت) است. این شرایط در سطح مریخ برقرار است. به همین دلیل، گاهی به این آزمایش «مریخ روی زمین» گفته می‌شود.

## پاسخ پرسش‌ها

۱ خیر

۲ فشار هوای درون سرنگ کمتر از فشار هوای بیرون سرنگ خواهد بود.

۳ فشار هوای داخل سرنگ کاهش می‌یابد و در نتیجه آب سریع به جوش می‌آید.

۴ با افزایش نمک، نقطهٔ جوش افزایش می‌یابد. بنابراین، جوشیدن آب مانند حالت اول نیست و بسیار سخت تر صورت می‌گیرد.

## حرکت آب با گرمای دست

۱۱

هدف: نشان دادن رابطهٔ فشار و دمای گاز

## توصیه‌ها

برای تکرار آزمایش در کلاس‌های دیگر محلول را در ظرف تیره و داخل محلول رقیق پتاسیم پرمنگنات نگه دارید. علاوه بر لولهٔ مویین (کاپیلاری)، از لولهٔ دماسنج شکسته و یا پیت ۲ سی سی نیز می‌توان استفاده کرد. ابتدا محل مایع را در لولهٔ مویین به دانش‌آموزان نشان دهید. در همین حال، از دانش‌آموزان سؤال کنید



حدس بزنند اگر دست شما گرم یا سرد باشد و دمای هوای بالای مایع را تغییر دهد، سطح مایع در لوله موئین چه تغییری خواهد کرد؟

یک لیوان آب نزدیک به جوش و یک لیوان آب یخ در کنار خود داشته باشید تا به راحتی بتوانید دمای دست خود را سرد یا گرم کنید و حرکت مایع را در لوله موئین به نمایش بگذارید.  
جواب مورد انتظار : بالا و پایین رفتن مایع در لوله موئین

### پاسخ پرسش ها

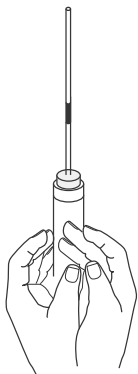
۱ اگر دست شما گرم باشد، هوای داخل بالن را گرم می کند. بنابراین، جنبش مولکول ها و فشار هوای داخل بالن افزایش می یابد و مایع بالا می رود (دمای دست قادر به افزایش حجم بالن نیست).  
اگر دمای دست پایین باشد، یعنی دست سرد باشد، با سرد کردن هوای داخل بالن، فشار هوا را کم می کند و مایع در لوله موئین پایین می آید.

۲ هرچه گرمای دست بیشتر باشد، حرکت مایع در لوله موئین بیشتر خواهد بود.

۳ رابطه مستقیم

### آزمایش های تکمیلی

۱ یک قطره روغن مایع را در لوله موئین بلندی بریزید.  
لوله را داخل درپوش روی بالن قرار دهید و با گرمای دست روغن را در لوله موئین بالا و پایین ببرید.



۲ دهانه بالون را با درپوش سوراخ داری که لوله شیشه‌ای بلندی با مجرای نازک N شکل از آن عبور داده شده است، ببندید. یک سر لوله موئین را در آب رنگی داخل بشر قرار دهید. با دست خود بالن را گرم کنید و هم زمان به انتهای لوله باریک داخل آب بشر توجه کنید. دست خود را سرد کنید. دوباره دست خود را روی بالن قرار دهید و به انتهای لوله داخل بشر توجه کنید.

## دانستنی‌های لازم برای مربی

۱ با گرم شدن هوای بالن، جنبش مولکول‌ها بیشتر می‌شود و آنها بیشتر به دیواره و سطح مایع برخورد می‌کنند. در نتیجه، فشار هوا افزایش می‌یابد (افزایش حجم خود بالون در اثر گرمای دست بسیار ناچیز است).

در این آزمایش، با وجود درپوش روی بالون، گاز اجازه ورود یا خروج ندارد (n ثابت). بدنه بالون تغییر حجم چشمگیری نشان نمی‌دهد (حجم ثابت v). بنابراین، طبق قانون عمومی گازها، با افزایش دما فشار داخل بالون از فشار هوای بیرون بیشتر می‌شود. تنها راه به تعادل رسیدن دو فشار داخل و بیرون، فشار آوردن به سطح مایع و راندن مایع به داخل لوله موئین است که در نتیجه آن حجم گاز افزایش می‌یابد و فشار داخل بالن با فشار بیرون به تعادل می‌رسد.

پسماند: در صورت تماس پتاسیم پرمنگنات با پوست، پوست را با آب زیاد بشویید. در این آزمایش می‌توانید از هر محلول رنگی استفاده کنید. محلول را دور نریزید تا برای آزمایش‌های بعدی از آن استفاده کنید. قبل از ریختن محلول پتاسیم پرمنگنات در ظرفشویی، سدیم تیر سولفات به آن اضافه کنید (از نمک آهن II یا سدیم هیدروژن سولفیت  $\text{NaHSO}_3$  نیز می‌توان استفاده کرد. اما در این موارد باید به آن محلول ۱۰ درصد جرمی سولفوریک اسید نیز اضافه کرد). محلول را به خوبی با آب رقیق کنید و سپس در فاضلاب بریزید. اگر ظروف شیشه‌ای با پرمنگنات رنگ گرفته اند، مخلوط اگزالیک اسید و چند قطره سولفوریک اسید رقیق شیشه را به خوبی تمیز خواهند کرد.

## بازی دما با انحلال پذیری

هدف : نمایش اثر متفاوت دما بر انحلال پذیری نمک ها

## نکات قابل توجه حین انجام کار

- ۱ برای مشاهده بهتر تغییرات آزمایش و اثر دما بر انحلال این دو نمک حدود  $5^{\circ}$  میلی لیتر محلول نمک سیر شده تهیه کنید (مقداری نمک حل نشده ته ظرف باقی بماند).
- ۲ برای تهیه محلول پتاسیم نیترات سیر شده حدود  $42^{\circ}$  گرم نمک را در  $5^{\circ}$  میلی لیتر آب (با کمک حمام آب گرم) حل کنید.
- ۳ برای تهیه محلول سیر شده کلسیم استات حدود  $20^{\circ}$  گرم نمک را در  $5^{\circ}$  میلی لیتر آب حل کنید.

## نکات تکمیلی

انحلال پذیری نمک پتاسیم نیترات و کلسیم استات در دماهای متفاوت

## پاسخ سؤالات طرح شده در مراحل آزمایش

هر دو لوله آزمایش را در حمام آب گرم ( $90^{\circ}\text{C}$  (حدود) قرار دهید. چه مشاهده می کنید؟ در محلول کلسیم استات نمک بیشتری رسوب می کند، اما در محلول پتاسیم نیترات مقدار کم نمک ته نشین شده نیز حل می شود.

هر دو لوله را در حمام آب سرد ( $0^{\circ}\text{C}$  (حدود) قرار دهید. چه مشاهده می کنید؟ در محلول پتاسیم نیترات نمک رسوب می کند، اما در محلول کلسیم استات نمک ته نشین شده نیز با تکان دادن شروع به حل شدن می کند.

| دما $^{\circ}\text{C}$ | ۰    | ۱۰   | ۲۰   | ۳۰   | ۴۰   | ۶۰    | ۸۰    | ۹۰   | ۱۰۰  |
|------------------------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|------|
| پتاسیم نیترات          | ۲۲/۴ | ۴۷   | ۴۷   | ۶۱/۶ | ۷۷   | ۱۰۳/۴ | ۱۲۴/۶ | ۱۳۳  | ۱۴۱  |
| کلسیم استات            | ۳۱/۱ | ۳۳/۵ | ۳۴/۷ | ۳۳/۸ | ۳۳/۲ | ۳۲/۷  | ۳۳/۵  | ۳۱/۱ | ۲۹/۷ |

## پاسخ پرسش‌ها

- ۱ چون اثر دما بر انحلال پذیری نمک‌ها یکسان نیست و انحلال پذیری نمک‌ها تنها به دما بستگی ندارد.
- ۲ در محلول پتاسیم نیترات با افزایش دما انحلال پذیری افزایش می‌یابد و میزان بیشتری نمک حل می‌شود، اما در محلول کلسیم استات، با افزایش دما انحلال پذیری کاهش می‌یابد و مقداری از نمک حل شده رسوب می‌کند.

## مسیرهای رنگی

۱۳

هدف: نمایش انحلال یونی و مولکولی مواد در آب

## نکات قابل توجه حین انجام کار آزمایش

در صورتی که نمک مس (II) کرومات سبز رنگ در آزمایشگاه موجود نباشد، نمک مس (II) سولفات و پتاسیم کرومات را در آب به نسبت مولی ۴ به ۱ حل کنید. پس از حدود نیم ساعت محلول سبز رنگ مورد نظر به دست می‌آید.

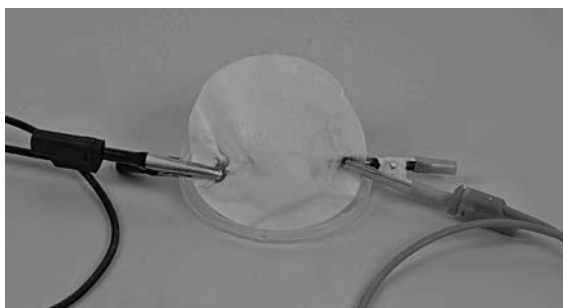
## نکات تکمیلی

برای مشاهده نتیجه دقیق‌تر و بهتر می‌توانید با دو الکترود و محلول آب نمک یک سلول الکتروشیمیایی تهیه کنید. یک لایه محلول سبز رنگ مس (II) کرومات را روی کاغذ صافی که مانند پل نمکی در سلول قرار گرفته، بریزید. (مطابق تصویر)



## پاسخ سؤالات طرح شده در مراحل آزمایش

یک لایه از محلول سبزرنگ مس (II) کرومات را در مرکز کاغذ صافی قرار دهید و مدتی صبر کنید. چه مشاهده می کنید؟ دو مسیر رنگی آبی و نارنجی به سمت الکترودها تشکیل می شود (آبی به علت حضور یون مس و نارنجی به علت حضور یون کرومات).



## پاسخ پرسش ها

۱ نمک مس (II) کرومات در آب به صورت یونی حل می شود، یعنی یون های مثبت و منفی نمک در آب از هم جدا و توسط مولکول های آب پوشیده می شوند. با برقراری جریان الکتریکی، به علت رسانایی محلول، یون های مثبت و منفی با بار مخالف به سمت الکترودها کشیده می شوند و با جدا شدن و دور شدن یون ها از هم رنگ واقعی آنها ظاهر می شود.

۲ مسیرهای رنگی تشکیل نمی شود، چون انحلال ید در آب و الکل به صورت مولکولی انجام می شود و یونی تشکیل نمی شود که به سمت الکترودها حرکت کند.

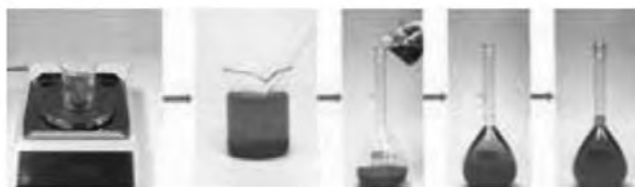
## محلول نمکی حساس

۱۴

**هدف:** آموزش روش صحیح محلول سازی از یک ماده جامد، آشنایی با انحلال پذیری نمک ها و محلول سیر شده و سیر نشده، محاسبه غلظت درصد جرمی و مولاریته، آشنایی با مفهوم واکنش های برگشت پذیر

### نکات قابل توجه حین انجام کار آزمایش

۱ مقدار ۱۵ میلی لیتر آب را در یک بشر بریزید و به آن ۲/۵ گرم نمک خوراکی اضافه کنید (در کتاب، عدد ۱۵ به اشتباه ۵ تایپ شده است).



۲ از محلول هیدروکلریک اسید غلیظ استفاده کنید. اسید را فقط مری به لوله آزمایش دانش آموزان اضافه کند و روی میز کار دانش آموزان قرار نگیرد.

### نکات تکمیلی

می توانید روش صحیح تهیه محلولی با غلظت معین به روش رقیق کردن حجم معینی از یک محلول غلیظ را به دانش آموزان به این ترتیب نشان دهید.



- ۱ برداشتن حجم معینی از محلول غلیظ
- ۲ انتقال آن حجم به درون یک بالون حجمی
- ۳ افزودن آب و تکان دادن بالون به منظور همگن سازی محلول.
- ۴ افزودن آب به درون بالون تا رسیدن سطح آب به خط نشانه (به حجم رساندن).
- ۵ انتقال محلول تهیه شده به ظرف مناسب برای نگهداری.

### پاسخ سوالات طرح شده در مراحل آزمایش

مقدار ۵ میلی لیتر از محلول آب نمک را به لوله آزمایش منتقل کنید. کم کم نمک خوراکی را به محلول اضافه کنید و آن را هم بزنید. چه مشاهده می کنید؟ علت آن چیست؟ نمک حل می شود، زیرا محلول سیر شده نیست و توانایی حل کردن بیشتر نمک را در خود دارد.

افزودن نمک را تا جایی که دیگر نمکی حل نشود، ادامه دهید. چه نوع محلولی ساخته اید؟ محلول سیر شده. محلول شفاف رویی را به لوله آزمایش جدید منتقل کنید. زیر هود چند قطره محلول هیدروکلریک اسید غلیظ را با احتیاط به آن اضافه کنید. چه تغییری مشاهده می کنید؟ مقداری نمک در محلول شفاف رسوب می کند.

حدود ۳ میلی لیتر آب مقطر به محلول داخل لوله آزمایش اضافه کنید. چه مشاهده می کنید؟ نمک رسوب و شروع به حل شدن می کند.

### پاسخ پرسش ها

- ۱ محلول تهیه شده در بالون چند درصد جرمی - جرمی است؟

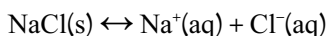
$$\text{درصد جرمی} - \text{جرم} = \frac{\text{مقدار ماده حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100 = \frac{2/5}{5} \times 100 = 40\%$$

محلول ساخته شده خیلی رقیق است، بنابراین می توانیم چگالی محلول آب نمک را همان چگالی آب برابر  $d = 1 \text{ gr/cm}^3$  فرض کنیم  $d = \frac{m}{V}$  و جرم ۵ میلی لیتر آب را ۵ گرم فرض کنیم. راه صحیح تر آن است که جرم محلول ساخته شده را با ترازو به طور دقیق اندازه بگیریم.

۲ مولاریته این محلول را حساب کنید.

$$\text{مولاریته} = \frac{\text{جرم نمک بر حسب گرم}}{\text{جرم مولی}} = \frac{\frac{n(\text{mol})}{M}}{\frac{V}{\text{حجم}}} = \frac{\text{تعداد مول های حل شونده}}{\text{حجم}} = \frac{2/5}{58/5} = \frac{5^\circ}{1000}$$

۳ با توجه به این نکته که انحلال نمک‌ها در آب فرایندی برگشت پذیر است، علت مشاهدات خود را هنگام افزودن اسید و آب به محلول توضیح دهید. انحلال نمک‌ها در آب واکنشی برگشت پذیر است، یعنی واکنش رفت و برگشت می‌تواند هم‌زمان انجام شود. با افزودن اسید به محلول سیر شده، واکنش به سمت برگشت پیش می‌رود و مقداری نمک رسوب می‌کند. اگر به این محلول مجدداً آب اضافه کنیم، واکنش در جهت رفت پیش می‌رود و نمک در آب حل می‌شود.



## محلول‌های رنگی

۱۵



هدف :

۱ تهیه محلول رقیق از محلول غلیظ

۲ معرفی اسید و باز و شناساگرها

## توصیه‌ها

■ برای صرفه‌جویی در وقت کلاس، چند برگ کرم‌ز را از قبل در هم‌زن برقی به‌خوبی له و صاف کنید.

■ دو گرم سدیم هیدروکسید را در مقدار کمی آب حل کنید و سپس به بالن ۲۵ میلی‌لیتری منتقل کنید و با آب به حجم برسانید.

■ برای تهیه ۲۵ میلی‌لیتر محلول ۱/۵ مول بر لیتر، مقدار ۱۸/۷ میلی‌لیتر از محلول فوق را به بالن ۲۵ میلی‌لیتری منتقل کنید و با آب به حجم برسانید.





- با استفاده از مقدارهای متفاوت سرکه یا باز، رنگ های سبز، آبی، زرد، صورتی و بنفش تهیه کنید.
- برای نشان دادن خاصیت اسیدی و بازی مواد در زندگی روزمره، نمونه هایی مانند شامپو، آب گوجه فرنگی و محلول شیشه پاک کن را با این معرف امتحان کنید.

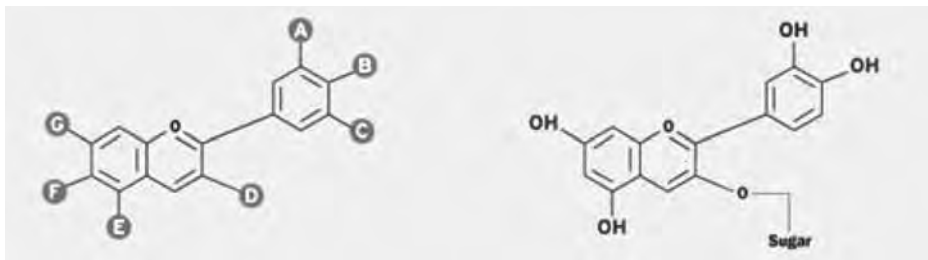
## جواب مورد انتظار

کلم قرمز در محیط بازی سبز رنگ، آبی و بنفش خواهد شد. این رنگ ها به غلظت باز مورد استفاده بستگی دارند.

این معرف در محیط های اسیدی به صورتی یا قرمز پررنگ تغییر رنگ می دهد.

## آزمایش های تکمیلی

- ۱ قبل از شروع کلاس، مقدار بسیار کمی محلول فنل فتالین را در بشر بریزید و دیواره بشر را به خوبی به این محلول آغشته کنید (بشر A).
  - ۲ محلول سدیم هیدروکسید ۱ درصد مولار و هیدروکلریک اسید ۱ درصد (مولاریته یکسان) تهیه کنید.
  - ۳ ابتدا بشر (A) را به دانش آموزان نشان دهید، به نحوی که تصور کنند خالی است.
  - ۴ دو میلی لیتر محلول سدیم هیدروکسید را داخل بشر بریزید (به رنگ ارغوانی تغییر می کند).
  - ۵ دقیقاً همان اندازه (دو میلی لیتر) هیدروکلریک اسید به بشر اضافه کنید تا رنگ ارغوانی از بین برود.
  - ۶ مراحل ۴ و ۵ را چند بار تکرار کنید.
- به جای مصرف کلم قرمز از زردچوبه یا ریشه چغندر یا گل سرخ استفاده کنید.
- نکات (دانستنی های لازم برای مریبی): کلم قرمز رنگ دانه های پلی فنلی دارد که به آن آنتوسیانیدین گفته می شود.



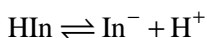
آنتوسیانیدین  
با گروه های قندی متفاوت

سیانیدین  
یک نوع آنتوسیانیدین در کلم قرمز

آنتوسیانیدین در برگ های پاییزی، گل زرد، توت فرنگی، انگور، زرشک و کلم قرمز وجود دارد. تاکنون حدود ۵۴۰ نوع آنتوسیانیدین در گیاهان شناخته شده است. یکی از مهم ترین عملکردهای آنتوسیانیدین ها در ناحیهٔ مرئی، برای جلب توجه حشرات و پرندگان به گل ها و گیاهان و در نتیجه پراکندگی دانه های آنهاست (گرده افشانی). پارامترهای مؤثر بر رنگ آنتوسیانیدین ها به ترکیب آنها با گلیکوزیدها، ماهیت، نوع و تعداد قند متصل شده به آن و شرایط شیمیایی و فیزیکی محیط دارد.

چرا رنگ معرف ها در محیط های اسیدی و بازی متفاوت است؟

شناساگرها اکثراً مولکول های بزرگ اسید یا باز آلی ضعیف هستند. همهٔ رنگ ها در محیط های اسیدی و بازی تغییر نمی یابند، اما این ترکیبات به سرعت به تعادل می رسند. اگر شناساگر اسید ضعیف باشد، تعادل زیر برقرار می شود:



فرم اسیدی HIn و فرم بازی این ترکیب ( $\text{In}^-$ ) رنگ های متفاوتی دارند. با افزایش  $\text{H}^+$  به محیط (اسیدی)، طبق اصل «لوشاتلیه» تعادل به سمت چپ جابه جا می شود و غلظت HIn افزایش می یابد. هرگاه غلظت یک گونه ده برابر غلظت گونهٔ دیگر باشد، محیط به رنگ گونهٔ غالب دیده می شود. بنابراین، در محیط اسیدی محیط به رنگ HIn است. با افزایش باز به محیط، غلظت  $\text{H}^+$  کاهش می یابد ( $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ ). طبق اصل لوشاتلیه، تعادل بالا به سمت راست جابه جا می شود. در نتیجه غلظت  $\text{In}^-$  افزایش می یابد و رنگ محیط را تغییر می دهد. با وجود هر دو گونه در محیط، رنگ مخلوط دو گونه دیده می شود.

## پاسخ پرسش ها

کلم قرمز یک شناساگر اسید و باز است و در محیط های با PH متفاوت رنگ آن فرق می کند.



رنگ کلم قرمز

## رسوب شناور

۱۶

هدف : نشان دادن یک واکنش جابه جایی دوگانه با استفاده از ماده های ساده.

## توصیه ها

آزمایش به راحتی جواب می دهد. قبل از انجام واکنش، به وجود ماده «سدیم کربنات» داخل پودر لباس شویی اشاره کنید. دانش آموزان در دوره متوسطه اول با تغییرات فیزیکی و شیمیایی آشنا شده اند. بار دیگر سؤال مطرح شده در پایه هشتم (چه شواهدی نشان دهنده یک تغییر شیمیایی است؟) را مطرح کنید و به بحث بگذارید.

## جواب مورد انتظار

با اضافه کردن مس (II) سولفات به مخلوط پودر لباس شویی در آب، رسوب آبی رنگی تشکیل می شود که به دلیل وجود کف شناور باقی می ماند.

## آزمایش های تکمیلی

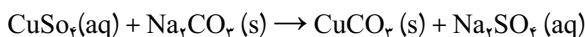
آزمایش های کاوشگری صفحه ۱۳۳ (چگونه یونها را در محلول شناسایی کنیم؟) را انجام دهید.

## دانستنی های لازم برای مربی

با اضافه کردن سدیم کربنات به آب، محیط بازی می شود. بنابراین، علاوه بر رسوب مس (II) سولفات، مس (II) هیدروکسید نیز تشکیل می شود. منابع واکنش سدیم کربنات محلول و مس II سولفات را به صورت های مختلف کامل می کنند. اما در این کتاب و برای دانش آموز پایه دهم، هدف فقط مشاهده یک واکنش شیمیایی و تشکیل رسوب است. مربی محترم نیازی به مطرح کردن آبکافت سدیم کربنات در آب برای دانش آموزان ندارد.

با توجه به بازی بودن محیط گاهی محصول واکنش به صورت  $\text{Cu(OH)}_2 \cdot \text{CuO}_x$  نیز نمایش داده می شود که به آن مالاکیت می گویند؛ این سنگ معدن به عنوان رنگ دانه سبز یا سنگ های سبز در تزیینات کاربرد دارد. در تهیه مالاکیت، بر اساس تحقیقات انجام شده، محلول مس سولفات (۱) باید به محلول سدیم کربنات (۲) اضافه شود و نسبت مولی بیش از  $10:1$  باشد  $\left( \frac{\text{Na}_2\text{CO}_3}{\text{CuSO}_4} = \frac{1}{10} \right)$ .

## پاسخ پرسش



## زعفران اصل یا رنگ زرد تقلبی

۱۷

### هدف

۱ جداسازی مخلوط مواد با استفاده از تفاوت انحلال پذیری

۲ معرفی کروماتوگرافی

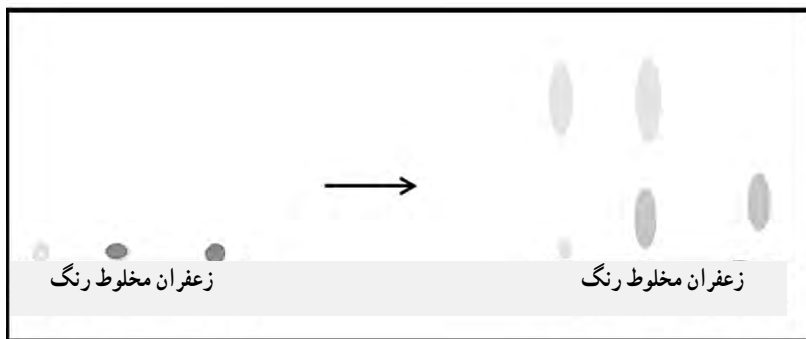
۳ توجه به اثرات رنگ های خوراکی غیر مجاز

## توصیه ها

- ۱ زعفران را در آب جوش حل و روی حرارت ملایم بخار آب دم کنید.
- ۲ محلول استیک اسید به حرکت مولکول های زعفران در طول کاغذ کمک می کند. اگر حلال را فقط آب انتخاب کنید، رنگ خوراکی با آب تا بالای کاغذ حرکت می کند. اما زعفران مسافت کمی جابه جا می شود (استیک اسید یا سرکه).
- ۳ بعد از گذاشتن اولین نقطه روی کاغذ کمی صبر کنید تا خشک شود. دوباره گذاشتن زعفران و رنگ را تکرار کنید تا کاغذ در نقطه مورد نظر از ماده اشباع شود و حرکت آن روی کاغذ به خوبی مشاهده شود (نقطه ها را کوچک و غلیظ قرار دهید).

## جواب مورد انتظار

محلول رنگ خوراکی در آب، چه به صورت نقطه جداگانه و چه در مخلوط با زعفران، به خوبی در طول کاغذ حرکت می کند. بنابراین، زعفران در نقطه جداگانه و همچنین در محلول کم حرکت می کند و پایین قرار می گیرد، اما رنگ در هر دو نقطه بالای کاغذ قرار دارد.



## آزمایش تکمیلی



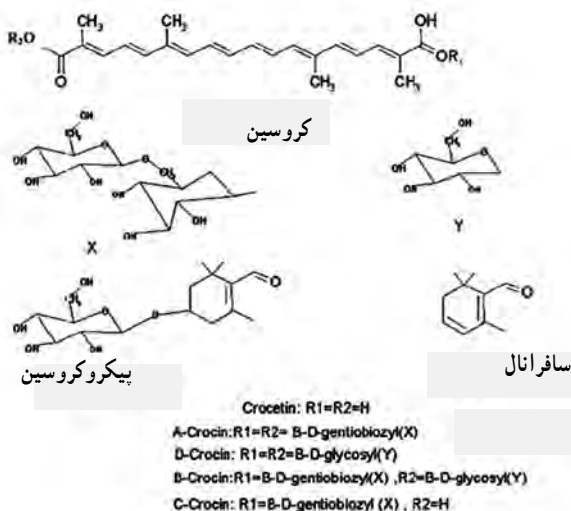
۱ کروماتوگرافی جوهر

۲ کروماتوگرافی برگ اسفناج

۳ شناسایی رنگ در خوراکی ها و شیرینی

## دانستنی های لازم برای مربی

زعفران در واقع کلاله های خشک شده گل های گونه گیاهی کروکرس ساتیرس از خانواده زنبق است. این گیاه، علاوه بر ایران، در اسپانیا، یونان، هندوستان، مراکش، ایتالیا و چین کشت می شود. رنگ اصلی زعفران مربوط به ترکیب های مونودی گلیکوزیل استر پلی ان دی کربوکسیلیک اسید کروتستین است. درواقع، «کروتستین» عامل اصلی رنگ زرد زعفران و «پیکروکروتستین» عامل طعم آن است. سافرانال هم عطر و بوی زعفران را ایجاد می کند.



ساختار شیمیایی ترکیب های زعفران

برای جداسازی ترکیب های رنگی زعفران به روش کروماتوگرافی ستونی با فاز متحرک از اتیل استات، ایزوپروپانول، آب (۲۰:۲۰:۶۰) و فاز ساکن سیلیکاژل استفاده شده است. برای این کار ابتدا استون به طول یک متر و قطر داخلی سه سانتی متر را با سیلیکاژل پر می کنند. بعد مقدار یک گرم از نمونه خشک شده عصاره را از بالای ستون تزریق می کنند و با حلال متحرک و سرعت عبور دو میلی لیتر در دقیقه، عمل جداسازی را انجام می دهند. برای شناسایی کاروتنوئیدهای گلکوزید به روش کروماتوگرافی نازک لایه (TLC) با فاز متحرک از ان، بوتانول، استیک اسید و آب (۴:۱:۱) استفاده می کنند.

از آنجایی که زعفران محصولی گران قیمت است، متأسفانه بسیاری از واسطه ها به صورت تقلبی نیز آن را وارد بازار می کنند. رنگ های تقلبی ممکن است روناس، گلرنگ یا رنگ مصنوعی باشند.

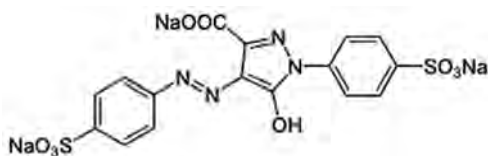
رنگ ها از نظر منشأ تولید در سه گروه «رنگ معدنی یا رنگ مصنوعی غیر خوراکی»، «رنگ طبیعی خوراکی با منشأ گیاهی» (مانند کاروتنوئیدها، تافن ها، آنتوسیانین ها) و «رنگ مصنوعی خوراکی» (مانند کنیولین یلو و سانسیت یلو) قرار می گیرند. بعضی از رنگ های مصنوعی، حتی به مقدار مصرف کم، نیز باعث ایجاد حساسیت در بدن می شوند.

پولانسیک و همکارانش (۲۰۰۷) و کلینمن و همکارانش (۲۰۱۱) رابطه معنی داری بین مصرف رنگ های مصنوعی و شدت بیماری در کودکان بیش فعال پیدا کردند.

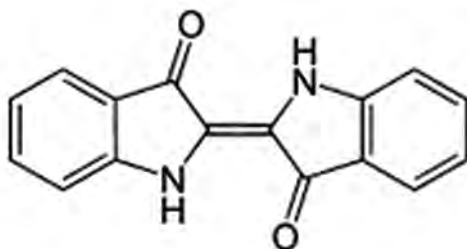
رنگ طبیعی زرد معمولاً زردچوبه، رنگ آب پرتقال، روناس، گلرنگ و ریشه چغندر قند است. اما رنگ مصنوعی زرد می تواند کنیولین یلو و سانسیت یلو باشد که به عنوان رنگ مجاز در بازار وجود دارد. رنگ مصنوعی غیر مجاز نیز ایندیگو کارمین و تارترازین است. مطالعات نشان می دهند، ۵۰/۶۸ درصد نمونه های زعفران رنگ مصنوعی دارند. در این میان، ۴۳/۵۵ درصد نمونه ها رنگ مصنوعی غیر مجاز دارند که بسته به نوع رنگ و میزان مصرف باعث بیماری های کبد و کلیه می شوند. استفاده از رنگ های غیر مجاز در خوراکی هایی مانند یخچک ممکن است باعث از کار افتادن کبد یا حتی مرگ شود.

زعفران عربی طبق آزمایشگاه غذایی وزارت بهداشت و درمان و آموزش پزشکی ایران، حاوی رنگ غیر مجاز تارترازین است که مصرف آن عوارض کبدی و کلیوی در پی دارد. از دانش آموزان بخواهید در مورد رنگ های خوراکی اطلاعات جمع کنند و در کلاس ارائه دهند.

تارترازین که با کد شناسایی معروف E1۰۲ است، نوعی رنگ غیر مجاز است که در صنعت رنگ زرد، صنایع میکروپشناسی و عکاسی کاربرد دارد و برای استفاده در مواد غذایی قابل قبول نیست و سرطان زاست.

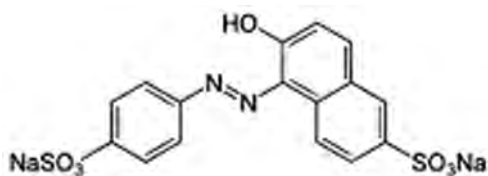


ایندیگوکارمین با کد E۱۳۲ : رنگ آبی (نیلی) :

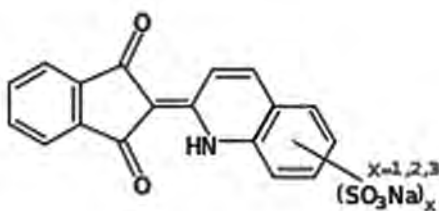


بعضی از شرکت‌ها رنگ خوراکی مصنوعی را از مخلوط چند رنگ تهیه و وارد بازار می‌کنند؛ مانند :  
رنگ زرد طلایی با ترکیب E۱۲۲، E۱۰۴، E۱۱۰.

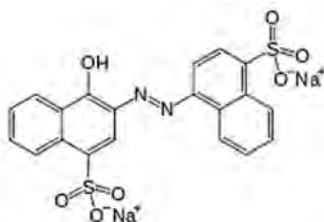
E۱۱۰ : سانسیت یلو مانند ترکیب موجود در رنگ مصنوعی نیلگون :



E۱۰۴ : کولینین یلو :

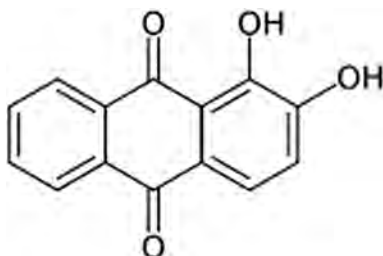


E۱۲۲ : آزو بین :





رنگ های طبیعی نیز مانند روناس : جوهر روناس ۲،۱- دی هیدروکسی آنتراکینون جرم مولی ۲۴۰/۲۴ گرم بر مول.



گلرنگ : گل این گیاه ماده ای قرمز رنگ به نام کارتامین دارد که در آب کم محلول است. ولی در الکل محلول است. ماده زرد رنگی نیز در این گیاه وجود دارد که سفالار یلو<sup>۱</sup> نامیده می شود.

رنگ زعفران : کروسین که ترکیب اصلی در تولید رنگ در زعفران است، یکی از چند کاروتنوئید موجود در طبیعت است. همچنین رنگ دانه های محلول در چربی شامل لیکوپن، آلفاکاروتن، بتاکاروتن و زیگزانتین در آن وجود دارد. رنگ موجود در زعفران در طول موج ۴۴۳ نانومتر به وسیله اسپکتروفتومتر ارزیابی می شود. برای تشخیص دقیق وجود رنگ های تقلبی در زعفران از کروماتوگرافی مایع با کارایی بالای HPLC استفاده می شود. برای این منظور، ابتدا با استفاده از مخلوط آب یا متانول، محلول رنگی از زعفران (خالص یا تقلبی) استخراج و سپس به دستگاه HPLC تزریق می شود. با مقایسه پیک های به دست آمده از زعفران خالص و زعفران تقلبی که از محلول زعفران با رنگ روناس، گلرنگ یا رنگ مصنوعی است در طول موج معین، حتی درصد خامه رنگ شده در زعفران نیز قابل تشخیص است. پیشنهاد می شود بعد از انجام آزمایش، برای دانش آموزان توضیح مختصری از کروماتوگرافی داده شود :

زمانی که محلول آب یا استیک اسید (فاز متحرک) از کاغذ بالا می آید، رنگ زعفران را با خود حل می کند و بالا می آورد. بعضی از رنگ ها کمتر با محلول حرکت می کنند. رنگ هایی که بهتر در آب یا استیک اسید محلول هستند، با حلال سریع تر در طول کاغذ بالا می روند.

علت بالا رفتن آب در کاغذ را می توانید جداگانه با قرار دادن تکه ای کاغذ در آب به دانش آموزان نشان دهید و با توجه به کنش سطحی و خاصیت موئینگی که در آزمایش صفحه ۸۳ (نیروی بین ذرات) نیز بحث شده است، دلیل حرکت آب در کاغذ را تفسیر کنید. مولکول های آب به کاغذ جذب می شوند (خاصیت دگرچسبی). از طرف دیگر، این مولکول ها به بقیه مولکول های آب متصل هستند (خاصیت هم چسبی) و (آنها را نیز با خود در کاغذ بالا می آورند). کروماتوگرافی حرکت حلال در طول کاغذ است و اگر مواد در حلال انحلال پذیری خوبی داشته باشند و نیروی جاذبه بین حلال و ماده زیاد باشد، به راحتی با حلال در طول کاغذ حرکت می کنند. از آنجا که انحلال پذیری مواد در حلال با یکدیگر متفاوت است، سرعت حرکت مواد در طول کاغذ متفاوت خواهد بود. به طور کلی سه حالت به وجود می آید :

- ۱ وجود نیروی جاذبه قوی بین حلال و ماده (انحلال پذیری خوب) = حرکت زیاد به سمت بالا
- ۲ وجود نیروی جاذبه ضعیف بین حلال و ماده (انحلال پذیری متوسط) = حرکت کم به سمت بالا
- ۳ نبود نیروی جاذبه بین حلال و ماده (انحلال ناپذیری در حلال) = ثابت ماندن ماده بنابراین، کروماتوگرافی یک روش فیزیکی براساس تفاوت حلالیت مواد در حلال است.

## مولکول ها، دست در دست هم

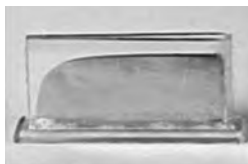
۱۸

**هدف :** بررسی اثر موئینگی در آب و جیوه



در این آزمایش، به جای لوله موئین از دو سطح شیشه‌ای استفاده شده که فاصله آنها در یک سمت بسیار کم و در سمت دیگر در حد میلی متر است. بعد از انجام آزمایش مشاهده می شود، در سمتی که فاصله شیشه ها کم است، مایع رنگی بیشتر بالا می رود. علت آن وجود نیروهای دگرچسبی بین مولکول های آب و شیشه است که می تواند جرم مشخصی از آب را بالا ببرد. هرچه دیواره ها به هم نزدیک تر باشند، میزان بالا رفتن آب هم بیشتر خواهد شد؛ مانند شکل روبه رو این نیروها در نهایت با وزن ستون آب بالا آمده برابر می شوند و مایع به تعادل می رسد. برای توضیحات بیشتر به کتاب فیزیک ۱ پایه دهم، صفحه ۷۱، مراجعه شود.

### پرسش



در شکل روبه رو، جیوه بین دو تیغه قرار گرفته است. شکل قرار گرفتن جیوه را با آب مقایسه کنید.

### پاسخ پرسش

در جیوه نیروی هم چسبی مولکول های جیوه از نیروی دگرچسبی مولکول های آب و جیوه بیشتر است. بنابراین، جیوه تمایلی به چسبیدن به شیشه ندارد و به طرف داخل جیوه جمع می شود. به همین خاطر، جیوه سطح شیشه را تر نمی کند.

## پرده ای از آب

**هدف :** مشاهده و بررسی کشش سطحی آب و عوامل مؤثر بر آن

شناور کردن گیره کاغذ به کمک انگشتان دست کار ساده ای نیست، زیرا زمانی که می خواهید این کار را انجام دهید، ابتدا انگشتان شما وارد آب می شود و مولکول های سطح آب را که مانند پرده ای کنار هم قرار گرفته اند، از هم جدا می کند. چون فلزی که گیره از آن درست شده، نسبت به آب چگالی خیلی بیشتری دارد، بنابراین فلز در آب فرو می رود. اگر اجسامی کوچک مانند سنجاق یا گیره کاغذ را به آرامی روی سطح آب قرار دهیم، به وجود دلیل نیروهای هم چسبی، مولکول های سطح آب می توانند نیروی وزن سنجاق یا گیره کاغذ را تحمل کنند.

زمانی که مایع شست و شو به آب اضافه شود، بعد از مدتی (هرچه دمای آب بالاتر باشد این زمان کمتر می شود) نیروهای هم چسبی تا میزان قابل توجهی کاهش می یابند و دیگر کشش سطحی نمی تواند وزن گیره را تحمل کند و گیره در آب فرو می رود.

در آب جوش، به دلیل افزایش انرژی درونی مولکول های آب و در نتیجه افزایش انرژی جنبشی آنها، شناور کردن گیره روی آب مشکل تر است. برای توضیحات بیشتر به کتاب فیزیک ۱ پایه دهم، صفحه ۷۱، مراجعه شود.

### پرسش



با یک تکه پارچه توری و یک کش حلقه ای، دهانه لیوان شیشه ای پر از آب را مانند شکل می بندیم. کف دست را روی دهانه لیوان می گذاریم و لیوان را وارونه می کنیم. سپس دستان را از دهانه لیوان برمی داریم. آب از لیوان نمی ریزد. چرا؟

### پاسخ پرسش

در این آزمایش توری باید کاملاً حالت کشیده داشته باشد. برای وصل کردن توری به شیشه بهترین وسیله کش حلقه ای است. در اینجا، علاوه بر کشش سطحی آب، فشار هوا هم مؤثر است.

اگر در این آزمایش به جای توری پارچه ای یک برگ کاغذ را روی لیوان پر از آب قرار دهیم و بعد در حالی که با کف یک دست کاغذ را نگه داشته ایم، با دست دیگر لیوان را وارونه کنیم و بعد دستان را از

زیر برگه کاغذ برداریم، عاملی که مانع ریختن آب می‌شود، فشار هوای اطراف لیوان است. اما در آزمایش با توری پارچه‌ای، منفذهای توری توسط مولکول‌های آب پوشیده می‌شوند و سطح توری مانند سطحی بدون منفذ (صفحه کاغذ) مانع از خارج شدن آب می‌شود. برای جذاب‌تر شدن آزمایش می‌توانید تعدادی خلال دندان چوبی باریک را از شبکه‌های توری به آرامی داخل لیوان کنید تا به سمت ته لیوان حرکت کند.

## اقیانوسی از هوا

۲۰

**هدف :** مشاهده و بررسی فشار هوا

آب جوش داخل بطری هوای داخل بطری را گرم می‌کند و دمای آن را بالا می‌برد و در نتیجه منبسط می‌شود. بعد از خارج کردن آب داغ، با بستن در بطری، هوای محبوس شروع به سرد شدن می‌کند و منقبض می‌شود. انقباض هوای داخل بطری باعث کاهش فشار آن می‌شود و فشار هوای بیرون باعث مچاله شدن بطری می‌شود. این مچاله شدن تا هم دما شدن هوای داخل بطری با هوای بیرون ادامه خواهد داشت. برای توضیحات بیشتر به کتاب فیزیک ۱ پایه دهم، صفحه ۷۱، مراجعه شود.

### پرسش



- ۱ اگر هوای دو نیم کره (نیم کره‌های ماگدیورگ) به هم چسبیده را خالی کنیم، دو نیم کره به آسانی از هم جدا نمی‌شوند؛ چرا؟
- ۲ چگونه می‌توان آزمایش نیم کره‌ها را بدون پمپ تخلیه هوا انجام داد؟

### پاسخ پرسش

- ۱ با خارج کردن مقداری از هوای داخل نیم کره‌های به هم چسبیده، فشار هوای داخل کم می‌شود و فشار هوای بیرون (فشار محیط) مانع از باز شدن نیم کره‌ها از هم خواهد شد.
- ۲ روش اول به کمک دهان و مکیدن است. البته با این روش شاید جدا کردن نیم کره‌ها از هم زیاد مشکل نباشد. روش دوم آغشته کردن یک پنبه به الکل و مشتعل کردن آن و قرار دادن آن داخل نیم کره‌ها و

به هم چسباندن آنهاست. با این کار، فشار هوای داخل از فشار هوای بیرون کمتر خواهد شد و نیم کره ها به هم چسبیده باقی می مانند.

توجه : نیم کره ها باید واکش مخصوص داشته باشند. در صورتی که آزمایش انجام نشد، واکش را به کمک گریس یا روغن جامد جرب کنید.

## نی غواص

۲۱

**هدف :** مشاهده و بررسی شناوری و اثر چگالی بر آن

درون نی مقداری آب و هوا وجود دارد. مجموعه نی، گیره های کاغذ و آب و هوای داخل آن یک جسم را تشکیل می دهند که چگالی مشخصی دارد. در حالت عادی، چگالی این جسم کمی از آب کمتر است و به این دلیل جسم در آب شناور می شود.

زمانی که بطری را فشار می دهیم، طبق اصل پاسکال، این فشار اضافه به کل مایع و اجسام داخل آن و دیواره ظرف منتقل و باعث می شود هوای داخل نی متراکم و میزان آب جسم بیشتر شود. این عامل سبب می شود چگالی جسم از چگالی آب بیشتر شود و جسم در آب فرو برود. با برداشتن فشار، دوباره جسم به حالت اول خود برمی گردد و به سطح آب می آید. چون نی انتخابی شفاف است، با کمی دقت، متراکم شدن هوا و بیشتر شدن آب داخل جسم به سادگی قابل مشاهده است.

### پرسش

۱ برای درک بهتر این آزمایش، چه اصولی از فیزیک را باید بدانیم؟

۲ چگونه زیردریایی ها به سطح آب می آیند؟



### پاسخ پرسش

۱ الف) اصل پاسکال : اگر میزان فشار وارد بر یک مایع محصور تغییر کند، این تغییر فشار به تمامی قسمت های مایع و دیواره ظرف وارد می شود.

ب) اصل ارشمیدس: وقتی تمام یا قسمتی از یک جسم در شاره‌ای فرو رود، شاره نیرویی بالاسو بر آن وارد می‌کند که با وزن شاره‌ی جابه‌جا شده توسط جسم برابر است. در نتیجه، اگر چگالی جسم از چگالی شاره کمتر باشد، جسم روی شاره شناور، اگر برابر باشد، غوطه‌ور و اگر چگالی جسم از چگالی شاره بیشتر باشد، جسم ته‌نشین می‌شود. در مورد نی غواص بسته به فشاری که به دیواره‌ی بطری وارد می‌شود، هر سه حالت می‌تواند پیش بیاید.

۲ در زیردریایی مخازنی وجود دارند. زمانی که این مخازن از آب پر می‌شوند، چگالی زیردریایی از چگالی آب بیشتر می‌شود و زیر دریایی به زیر آب می‌رود. زمانی که آب داخل زیردریایی خالی شود و هوا داخل آن باشد، به سطح آب می‌آید.

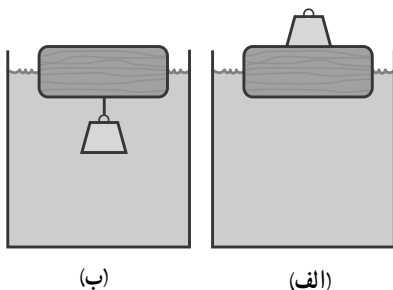
## شناوری

۲۲

هدف: مشاهده و بررسی شناوری

در کتاب فیزیک ۱ پایه دهم، فعالیتی آمده است که در زیر مشاهده می‌کنید. هدف از آوردن این آزمایش در کتاب آزمایشگاه این است که نشان دهیم، در بسیاری از موارد، به سادگی می‌توان برای پرسش‌ها و مسائلی که به صورت تئوری مطرح می‌شوند، آزمایش طراحی کرد و با تجربه و آزمایش به نتیجه یا جواب پی برد. بعد از انجام این آزمایش مشاهده می‌شود که در حالت ۲، میزان فرورفتگی در آب بیشتر است. البته اثبات همین مطلب را به کمک اصل ارشمیدس نشان خواهیم داد.

### فعالیت ۱۰-۳



یک قطعه چوبی را روی آب درون ظرفی قرار دهید. یک وزنه آهنی را یک بار روی چوب قرار دهید (شکل الف) و بار دیگر زیر چوب آویزان کنید (شکل ب). پیش‌بینی کنید در کدام تجربه، چوب بیشتر در آب فرو می‌رود؟ آزمایش را انجام دهید. پیش‌بینی‌ها و نتایج مشاهده (آزمایش) خود را در گروهتان به بحث بگذارید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

## پاسخ پرسش

در حالت ۲ میزان فرورفتگی دهانه بطری و وزنه در آب بیشتر است.  
اگر بخواهیم همین مطلب را روی شکل فعالیت ۳-۱۰ کتاب توضیح دهیم طبق اصل ارشمیدس می توان نوشت :

آب جابه جاشده در حالت (الف) = آب جابه جاشده در حالت (ب)  
زیرا در دو حالت وزن مجموعه وزنه و قطعه چوب یکسان است و این وزن برابر با وزن آب جابه جاشده می باشد.  
اگر مطابق شکل رویه و سطح مقطع چوب را  $A$  و مقدار فرورفتگی چوب در آب را در حالت (الف) با  $h$  و در حالت (ب) با  $h'$  و حجم وزنه را با  $V$  نشان دهیم بنابراین می توان نوشت :

$$V + Ah' = Ah$$

طرفین رابطه را بر  $A$  تقسیم می کنیم :

$$h = h' + \frac{V}{A}$$

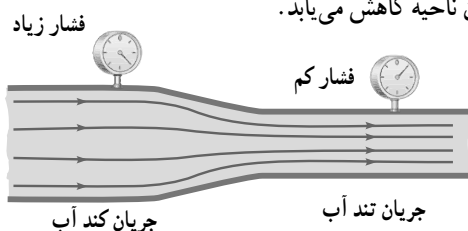
از این رابطه نتیجه می گیریم که  $h > h'$  یعنی در حالت (الف) قطعه چوب بیشتر در آب فرو می رود.

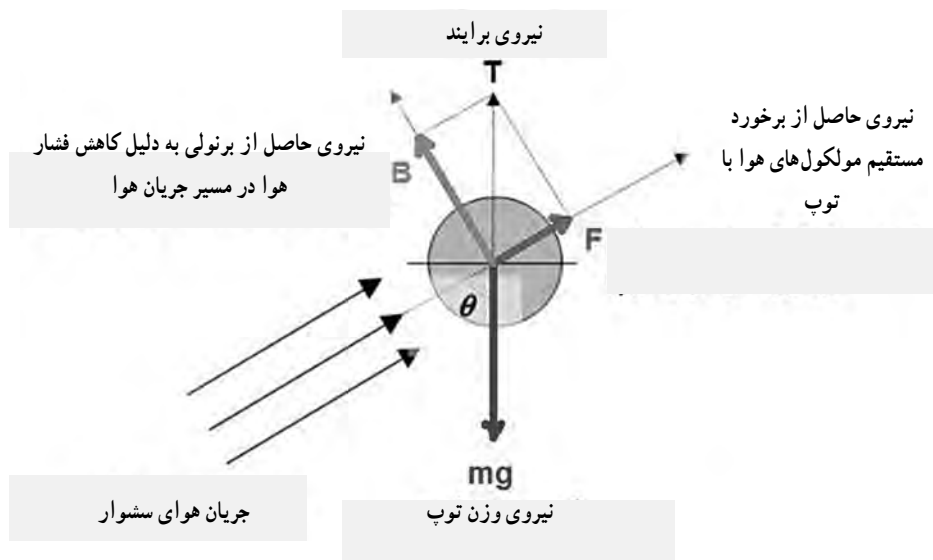
## پرسرعت اما کم فشار

۲۳

هدف : مشاهده و بررسی اصل برنولی

طبق این اصل، اگر شاره ای در مسیر حرکت خود به صورت لایه ای به هر دلیل سرعتش افزایش یابد (در شکل به دلیل کاهش سطح مقطع لوله) فشارش در آن ناحیه کاهش می یابد.





شماره آزمایش ما به جای آب هوا است. زمانی که سشوار را روشن می‌کنیم، جریان سریع هوا ایجاد می‌شود. در مسیر این جریان نسبت به اطراف، یک ناحیه کم فشار ایجاد می‌شود که توپ تخم مرغی (پینگ پونگ) سبک را در این ناحیه نگه می‌دارد. در صورتی که سشوار در دسترس نباشد، می‌توانید با نی و فوت کردن در آن آزمایش را انجام دهید.

## پاسخ پرسش

طبق اصل برنولی، زمانی که هوا با سرعت زیاد از دهانه بطری خارج می‌شود، در قسمت دهانه مخروطی یک ناحیه‌ای کم فشار ایجاد می‌شود که توپ را در این ناحیه نگه می‌دارد. نیروی ناشی از این اختلاف فشار نیروی وزن توپ را خنثی می‌کند و توپ نمی‌افتد.



## انرژی به انرژی

**هدف :** مشاهده و بررسی پدیده های پیزوالکتریک و ترموالکتریک و تبدیل های انرژی در آنها

**اساس اثر پیزوالکتریک :** هنگامی که بر مواد پیزوالکتریک تنش مکانیکی اعمال شود (ماده تحت کشش یا تنش)، این امر موجب ایجاد میدان الکتریکی در این مواد می شود. به طور عکس نیز اعمال میدان الکتریکی موجب ایجاد فشار مکانیکی (فشرده گی یا کشیدگی) در این گونه مواد می شود.

زمانی که بلندگوهای پیزوالکتریک به آمپلی فایر وصل می شوند و اختلاف پتانسیل به دو سر آمپلی فایر اعمال می شود، ارتعاش آن باعث ایجاد صوت در هوا می شود. در بعضی وسایل، به دلیل حجم کم، به جای بلندگوهای الکترومغناطیس از آنها استفاده می شود. البته دامنه کاربرد این کریستال های پیزوالکتریک بسیار وسیع است و می توان به موارد زیر هم اشاره کرد.

۱- **فندک های الکتریکی** از پدیده پیزوالکتریک برای روشن شدن بهره می گیرند. وقتی دکمه فندک الکتریکی را می فشارید، چکش فیری ضربه ای ناگهانی به ماده پیزوالکتریکی تعبیه شده در فندک می زند و ولتاژ بالایی تولید می کند که باعث ایجاد جرقه می شود و در نتیجه گاز را مشتعل می کند.

۲- **سنسورهای پیزوالکتریکی** در گیتارهای آکوستیک و دیگر تجهیزات مورد استفاده قرار می گیرد. با استفاده از سنسورهای پیزوالکتریک، گوناگونی های موجود در فرم صدا، به آسانی قابل آشکارسازی است.

۳- **سنسورهای حساس** به ضربه مانند سنسور دستگاه اندازه گیری شتاب گرانشی زمین

۴- **دستگاه های بخور سرد** که امروزه بسیار پرکاربرد شده اند و می توانند آب را در دمای اتاق به بخار تبدیل کنند. در این دستگاه ها، یک مدار الکترونیکی سیگنال هایی با فرکانس ۱ تا ۲ مگاهرتز به کریستال پیزوالکتریک می دهد. کریستال با این فرکانس به ارتعاش در می آید و امواجی صوتی تولید می کند که با گوش ما شنیده نمی شوند. (امواج مافوق صوت که گوش انسان قادر به شنیدن آن نیست). این امواج باعث می شوند حباب های ریزی در ابعاد میکرومتر در مایع ایجاد شود. هنگام ترکیدن حباب ها، دما به میزان زیادی افزایش می یابد و انرژی لازم برای فرار این مولکول ها فراهم می شود. البته این افزایش دما به صورت محلی است و در افزایش دمای مایع یا بخار تأثیری ندارد.



مدار الکتریکی همراه با کریستال  
پیزوالکتریک که در داخل دستگاه‌های  
بخور سرد وجود دارد

## پوشش



اگر نقطه اتصال دو فلز غیرهم‌جنس را گرم کنیم، عقربه  
میکروآمپرسنج، عبور جریان را نشان می‌دهد. علت را بررسی کنید.  
چه کاربردهایی برای این تبدیل انرژی می‌شناسید؟ نام ببرید.

اثر ترموالکتریک تبدیل مستقیم اختلاف دما به اختلاف پتانسیل الکتریکی یا عکس آن است. در ابعاد  
اتمی، گرایان دمای اعمال شده سبب می‌شود حامل‌های بار در ماده از سر گرم به سر سرد حرکت کنند.  
عبارت اثر ترموالکتریک شامل دو اثر شناخته شده مجزا است: اثر سیبک (تبدیل اختلاف دما به اختلاف  
پتانسیل الکتریکی)، اثر پلته (تبدیل اختلاف پتانسیل الکتریکی به اختلاف دما). بعضی کتاب‌ها از این اثر با  
عنوان اثر پلته - سیبک نیز نام برده‌اند.

محل تماس

مس

روی



توجیه علمی این پدیده بالاتر از سطح این کتاب است و آنچه برای ما مهم است، کاربردهای این پدیده در وسایل موجود در اطراف ماست.

البته دامنه کاربردهای اثر ترموالکتریک بسیار وسیع است و می توان به مورد زیر اشاره کرد.



ترموکوپل های نصب شده روی اجاق ها یا بخاری ها و سایر وسایل گاز سوز، این ترموکوپل ها سالانه جان هزاران نفر را نجات می دهند. امروزه تمامی وسایل گاز سوز به این وسیله مجهزند و زمانی که به هر دلیلی شعله خاموش شود، بعد از مدت کمی جریان گاز قطع می شود تا انفجار و آتش سوزی ایجاد نشود. قسمت اصلی این وسیله از دو فلز غیر هم جنس و یک آهنربای الکتریکی (بویین) تشکیل شده است.

طرز کار ترموکوپل به کار رفته در بخاری های گازی همراه با بویین زمانی به این ترتیب است : زمانی که مشعل بخاری محل اتصال دو فلز غیر هم جنس را گرم می کند، جریان الکتریکی ضعیفی برقرار می شود که به آهنربای الکتریکی خاصیت مغناطیسی می دهد و انتهای بویین جذب آهنربا می شود، بنابراین شیر خروجی گاز باز می ماند و گاز جریان می یابد. به محض خاموش شدن مشعل، محل اتصال سرد می شود و انتهای بویین به جای اولش برمی گردد و مسیر خروج گاز بسته می شود.

## انتقال انرژی

۲۵

**هدف :** مشاهده و بررسی انتقال و تبدیل انرژی

زمانی که جسمی مانند توپ را از ارتفاع مشخص رها می کنیم، این جسم در ابتدا مقداری انرژی پتانسیل گرانشی دارد که هنگام سقوط به صورت های دیگر تبدیل می شود. اولین عاملی که باعث کم شدن مقدار این انرژی می شود، مقاومت هوا ست. عامل بعدی برخورد توپ با سطح زمین است که به جنس دو سطح بستگی دارد. میزان اتلاف انرژی در این مرحله به نسبت مقاومت هوا بیشتر است. بنابراین، توپ در برگشت تا ارتفاع کمتری نسبت به حالت اول بالا خواهد آمد. هرچه مقاومت هوا کمتر و برخورد الاستیک تر باشد، ارتفاع برگشت به ارتفاع اولیه نزدیک تر خواهد بود. البته بنابر قانون پایستگی انرژی، توپ بعد از رها شدن و برخورد با زمین، هیچ گاه به ارتفاع اولیه نخواهد رسید.

زمانی که توپ کوچک تر را روی توپ سنگین تر قرار می دهیم و رها می کنیم، شاید این تصور ایجاد شود

که قانون پایستگی انرژی نقض شده است، درحالی که چنین نیست و دلیل بالارفتن توپ بالایی از میزان اولیه این است که مقداری از انرژی توپ سنگین زیری، بعد از برخورد با زمین، به توپ بالایی منتقل می شود، زیرا توپ زیرین نمی تواند به بالا حرکت کند و در اثر برخورد با توپ بالایی مقداری انرژی به این توپ می دهد و در نتیجه تا ارتفاعی بالاتر از میزان اولیه می رود.

### پرسش



در شکل هنگامی که دوک های به هم چسبیده را در پایین ریل شیب دار قرار می دهیم، دوک از ریل شیب دار بالا می رود، علت چیست؟

### پاسخ پرسش

همان طور که گرما خود به خود از جسم با دمای بیشتر به جسم با دمای کمتر منتقل می شود، اجسام خود به خود از محلی که پتانسیل گرانشی بیشتری دارد، به محلی که پتانسیل گرانشی کمتری دارد، حرکت می کنند.

در این وسیله به ظاهر دیده می شود که جسم از سطح شیب دار بالا می رود و قانون بالا را (که همان قانون پایستگی انرژی است) نقض می کند. درحالی که این گونه نیست. با کمی دقت متوجه می شویم که مرکز جرم دوک، درحالی که به ظاهر جسم از سطح شیب دار بالا می رود، در حال نزدیک شدن به مرکز زمین است.

## جا به جایی گرما

**هدف :** مشاهده و بررسی جریان همرفتی در هوا و علت آن

زمانی که لوله شیشه‌ای را روی شمع روشن قرار می‌دهیم، چون از پایین هیچ منفذی ندارد، هوای گرم همراه با گازهای تولید شده از فرایند سوختن شمع، به دلیل چگالی کم، به طرف بالا حرکت می‌کند و مانع ورود هوای تازه (اکسیژن) مورد نیاز برای سوختن شمع می‌شود و بعد از زمان کوتاهی شمع خاموش می‌شود.

درحالتی که تیغه شیشه‌ای وجود دارد، از یک طرف تیغه هوای گرم و گازهای تولید شده خارج و از طرف دیگر هوای تازه به داخل لوله شیشه‌ای وارد می‌شود و شمع به سوختن ادامه می‌دهد. با قرار دادن عود برافروخته می‌توان به سادگی مسیر ورود و خروج هوا به داخل لوله را مشاهده کرد.

## پرسش



اگر کیسه کاغذی خالی جای (Tea bag) را به صورت قوطی درآوریم و مانند شکل بالای آن را آتش بزنیم پس از سوختن باقی مانده‌های آن به طرف بالا می‌رود. چه عامل مشترکی میان این پدیده و جریان همرفتی در گازها وجود دارد؟ توضیح دهید.

## پاسخ پرسش

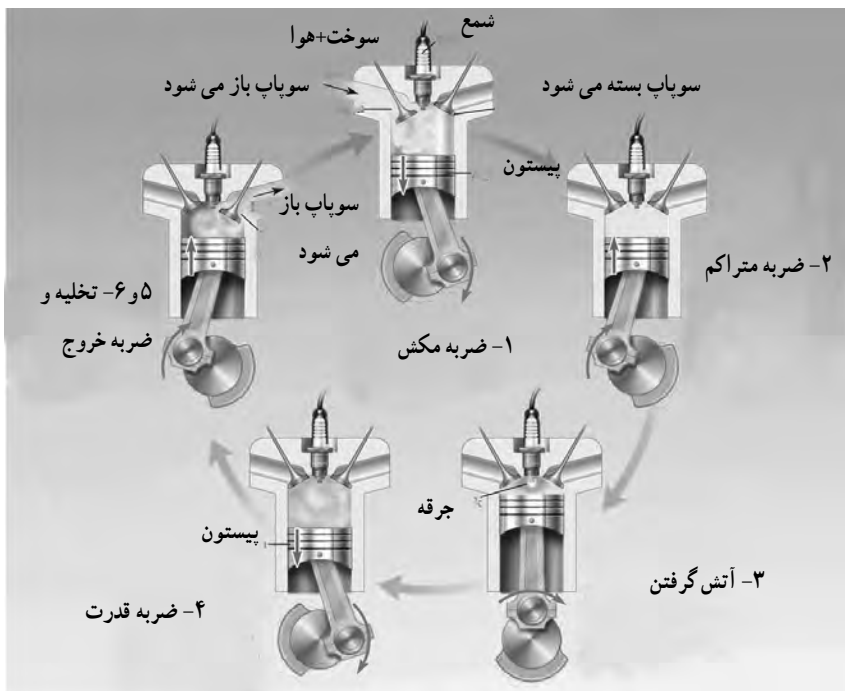
مقداری هوا داخل قوطی کاغذی جای قرار دارد که در اثر شعله گرم می‌شود. بنابراین چگالی آن کاهش می‌یابد و هوا به طرف بالا حرکت می‌کند و باقی مانده‌های کاغذ سوخته را با خود بالا می‌برد. در جریان همرفتی، در سیالات و در این آزمایش، عامل حرکت به طرف بالا گرم شدن و کاهش چگالی سیال است.

## از گرما تا حرکت

**هدف:** مشاهده و بررسی دو نوع ماشین گرمایی

ماشین‌های گرمایی وسایلی هستند که انرژی گرمایی را به انرژی مکانیکی (کار) تبدیل می‌کند. در مدل اول که مدل ماشین بخار است، آب در مخزن به جوش می‌آید و از طریق لوله به داخل سیلندر هدایت می‌شود. (مطمئن شوید که سوپاپ اطمینان مخزن بخار درست کار می‌کند و مسدود نشده است.) بخار پرفشار پیستون را به جلو می‌راند و چرخ متصل به آن را می‌چرخاند. بعد از حرکت، پیستون بخار از قسمت انتهای سیلندر خارج می‌شود و چرخ طیار متصل به پیستون، به خاطر داشتن انرژی جنبشی دورانی، پیستون را دوباره به جای اولش برمی‌گرداند و دوباره، به کمک بخار پرفشار، به طرف بیرون حرکت می‌کند. تازمانی که کل آب داخل مخزن به بخار تبدیل شود، ادامه خواهد داشت.

مدل دوم یک موتور چهار زمانه است. توصیه می‌شود در صورت وجود این مدل در مدرسه، آن را در اختیار معلم فیزیک رشته ریاضی قرار دهید تا مطالب صفحه‌های ۱۶۶ کتاب را به کمک آن به دانش‌آموزان توضیح دهد.



## قایق بخار

۲۸

**هدف :** مشاهده و بررسی نحوه کار ساده ترین ماشین گرمایی

قایق شروع به حرکت می کند. آب داخل پیچه، زمانی که به جوش می آید، منبسط می شود و از داخل لوله بیرون می آید، عکس العمل آن قایق را به جلو می راند. بخار در جایی که منبسط می شود، به قسمت هایی می رسد که قبلاً پر از آب بودند. در این قسمت، چون لوله سردتر است، بخار متراکم و دوباره به آب تبدیل می شود در نتیجه خلأ نسبی ایجاد می شود که آب را دوباره به داخل می کشد.

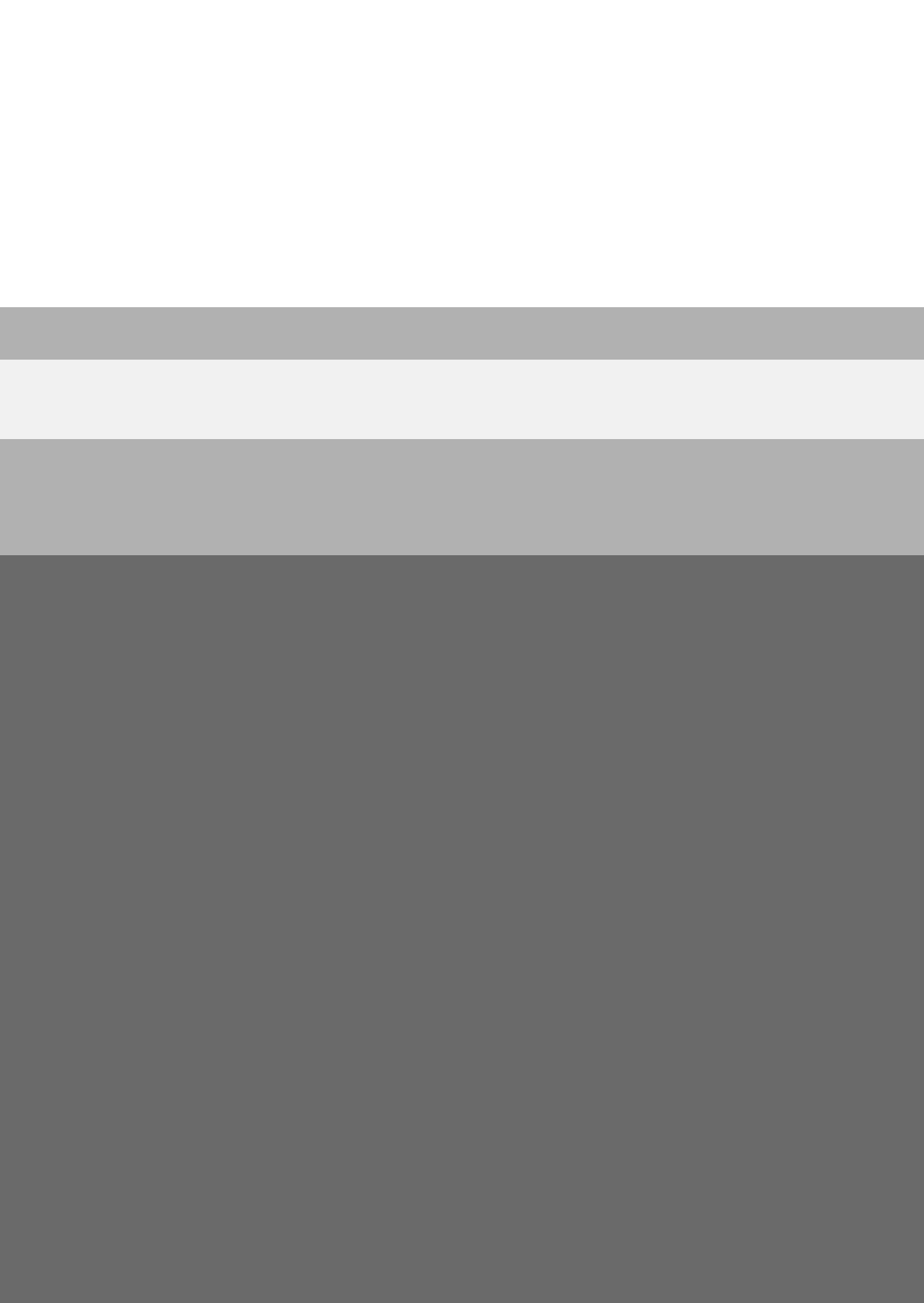
شاید این گونه فکر کنید که برگشت آب به داخل لوله باعث حرکت قایق به طرف عقب می شود، درحالی که این گونه نیست و آب های برگشتی در دو انتها، در داخل لوله، در پیچه به هم می رسند. این ضربه باعث حرکت قایق به جلو می شود. حرکت آب به داخل و خارج لوله آن قدر سریع اتفاق می افتد که قایق به این سنگینی را به عقب حرکت نمی دهد.

## پرسش

آیا قایقی که به این شیوه راه اندازی شده است، یک ماشین گرمایی است؟ آن را از نظر ترمودینامیکی تحلیل کنید.

## پاسخ پرسش

بله. شاید بتوان گفت این مدل ساده ترین ماشین گرمایی است که می توان به کمک وسایل ساده ساخت. توضیح ترمودینامیکی آن این است که تا زمانی که بین منبع گرمایی و آب داخل تشت اختلاف دمای قابل توجهی وجود داشته باشد، این قایق به حرکت ادامه می دهد.





## فصل سوم

# آزمایش‌های دستورالعملی

## فصل در یک نگاه

۱ تخمین مسافت و مهارت استفاده از نقشه؛ ۲ زیباسازی محیط زندگی با بلورهای دست‌ساز؛ ۳ تعیین مرکز سطحی زمین لرزه؛ ۴ چگونگی تشکیل چشمه آب؛ ۵ چگونگی تشکیل قندیل‌های داخل غار؛ ۶ قالب‌های داخلی و خارجی؛ ۷ تشکیل چین خوردگی؛ ۸ یاخته‌های ماهیچه‌ای؛ ۹ نقاشی با بزاق دهان؛ ۱۰ نور و اثر آن بر تولید نشاسته در برگ؛ ۱۱ استخوان‌های محکم و انعطاف‌پذیر؛ ۱۲ روزنه‌های هوایی در برگ‌ها؛ ۱۳ تقسیم رشتان (میتوز) در یاخته‌های ریشه پیاز؛ ۱۴ یاخته‌های مبارز بدن؛ ۱۵ تخمیر (تنفس بی‌هوازی)؛ ۱۶ نیروی بین ذرات؛ ۱۷ ید در نمک خوراکی؛ ۱۸ ویتامین C در میوه‌ها و سبزی‌ها؛ ۱۹ میزان گاز حل شده در یک نوشابه؛ ۲۰ کیفیت روغن؛ ۲۱ ساخت گوی برفی شیشه‌ای؛ ۲۲ حل شدن گازها در آب؛ ۲۳ خالص‌سازی نیترا‌ها؛ ۲۴ ابعاد مولکول؛ ۲۵ کلسیم کرینات در صدف؛ ۲۶ اندازه‌گیری ابعاد یک لوله؛ ۲۷ اندازه‌گیری‌هایی به ضخامت یک برگه کاغذ؛ ۲۸ چگالی؛ ۲۹ اصل ارشمیدس؛ ۳۰ اندازه‌گیری دما؛ ۳۱ ظرفیت گرمایی گرماسنج؛ ۳۲ گاز آرمانی (کامل) در دمای ثابت؛ ۳۳ انبساط طولی جامدها؛ ۳۴ گرمای ویژه؛ ۳۵ گرمای نهان ذوب یخ؛ ۳۶ گرمای نهان تبخیر آب

## پیامد

دانش‌آموزان در پایان این فصل بتوانند مهارت‌های لازم در انجام آزمایش‌ها را کسب کنند و به یافته‌های قبلی خود، عمق و تنوع ببخشند.

## تخمین مسافت و مهارت استفاده از نقشه

۱

## اهداف



۱ کسب مهارت استفاده از حواس بینایی و شنوایی به جای استفاده از ابزار اندازه گیری جهت اندازه گیری مسافت.

۲ توانایی اندازه گیری تقریبی فواصل در زندگی روزمره. اگر بخواهیم فاصله ها را با روش تخمین به دست آوریم، ابزار و وسایل ساده ای نیاز است که می توان به موارد زیر اشاره کرد :

■ فاصله بین انگشت کوچک و انگشت شست به عنوان وجب (حدود ۲۰ سانتی متر)

■ فاصله بین انتهای دست تا نوک بینی به عنوان یک متر (حدود ۱۰۰ سانتی متر)

■ طول کف پا (حدود ۲۰ تا ۲۵ سانتی متر)

در این آزمایش، از اندازه گام، یعنی فاصله بین دو پای انسان هنگام راه رفتن استفاده می کنیم. طول گام افراد متفاوت است. اندازه متوسط گام انسان بزرگ سال حدود ۷۰ تا ۷۵ سانتی متر است. با تمرین گام ها را یکسان سازی می کنیم و در نقاط مختلف، بدون داشتن وسیله اندازه گیری، فاصله ها را تخمین می زنیم.

## نکات

با داشتن مقیاس می توان تناسب زیر را انجام داد و فاصله ها را روی زمین به دست آورد. برای مثال، هر یک سانتی متر روی نقشه ای با مقیاس  $\frac{1}{25000}$  برابر ۲۵ متر است.

## پاسخ پرسش ها

۱ فاصله با خط کش ۳ سانتی متر است. چون مقیاس نقشه  $\frac{1}{50000}$  است، بنابراین، این فاصله روی زمین ۱۵۰۰ متر می شود.

$$\text{مقیاس} = \frac{\text{فاصله دو نقطه روی نقشه}}{\text{فاصله همان دو نقطه روی زمین}} = \frac{1}{50000} = \frac{3}{x} \rightarrow x = 150000 \text{ m}$$

۲ با نخ فاصله را اندازه می‌گیرید و روی خط کش قرار می‌دهید. طول نخ حدود ۷ سانتی‌متر است. با همان مقیاس، فاصله روی زمین حدود ۳/۵ کیلومتر است.

## پاسخ پرسش‌ها

۱ شیب افزایش می‌یابد، زیرا منحنی‌های میزان به هم نزدیک می‌شوند.

۲ در نقشه‌ای با مقیاس  $\frac{1}{50000}$  عرض زمین فوتبال روی نقشه برابر  $\frac{1}{6}$  میلی‌متر و طول آن برابر ۲ میلی‌متر است. بنابراین، مساحت آن  $\frac{3}{2}$  میلی‌متر مربع خواهد بود.

## زیباسازی محیط زندگی با بلورهای دست ساز

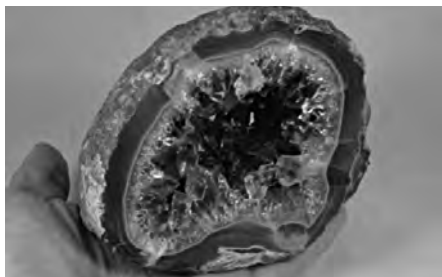
۲

### اهداف

۱ بی‌بردن به چگونگی تشکیل کانی‌ها و شرایط تشکیل آنها.

۲ به‌کارگیری کانی‌های دست‌ساز به منظورهای مختلف در زندگی روزمره مثل تزئین منزل و...  
طبیعت با کنارهم چیدن عناصر به صورت منظم بلورها را می‌سازد. این بلورها درون زمین، در سطح زمین و هر نقطه که شرایط لازم را داشته باشد، ساخته می‌شوند. بلورها با اندازه‌های بسیار کوچک تا چند





متری در محیط های مختلف تشکیل می شوند.  
ژئودها بر اثر رشد رو به داخل بلورهای کانی روی دیواره حفره های موجود در سنگ ها به وجود می آیند و معمولاً توخالی اند. اما در صورتی که فرایند رشد رو به داخل بلورها ادامه یابد، ممکن است تمامی فضاهای ژئود پر شود.

کنکریسئون ها حاصل رشد بلورها حول یک هسته مرکزی و از داخل به خارج هستند. بلورها را می توان در شرایط آزمایشگاهی ساخت. البته سلیقه دانش آموزان در این مرحله در زیبایی شکل و نحوه ساخت بلورها تأثیر دارد.  
در این آزمایش، از پوسته تخم مرغ نوعی ژئود ساخته می شود.

## نکات

- ناخالصی ها سبب بلورها را از شفاف به رنگی تبدیل می کنند.
- اگر شرایط مناسب باشد، بلورها کامل و درشت می شوند.



## تعیین مرکز سطحی زمین لرزه

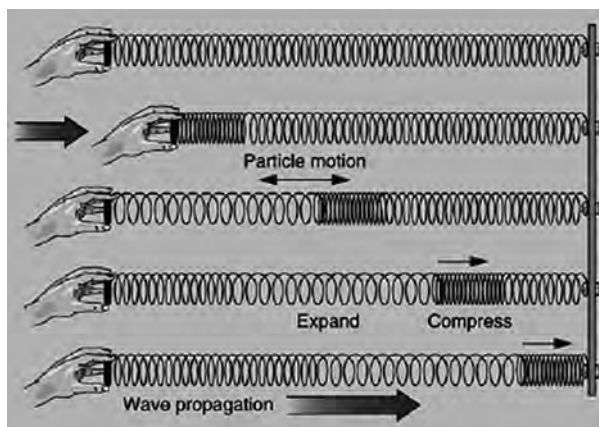
### مرکز سطحی زمین لرزه<sup>۱</sup>

نقطه‌ای روی زمین که در بالای کانون زلزله قرار دارد و امواج حاصل از زلزله زودتر از بقیه نقاط به آنجا می‌رسند، مرکز سطحی زلزله نامیده می‌شود. این مرکز کمترین فاصله را از کانون دارد. بنابراین، با دریافت بیشترین انرژی زلزله، بیشترین خسارت و تخریب را ایجاد می‌کند. امواج زمین لرزه از در داخل یا سطح زمین عبور می‌کنند و به دو دسته درونی و سطحی تقسیم می‌شوند.



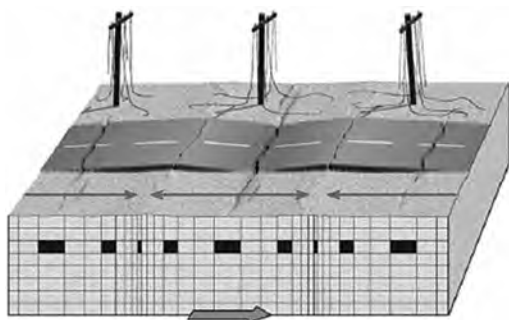
### ۱- امواج درونی

این امواج در کانون زمین لرزه ایجاد می‌شوند و داخل زمین منتشر می‌شوند. از این رو به امواج آزاد نیز معروف اند و شامل امواج p و S می‌شوند.



امواج p (اولیه، طولی):

امواج p، بیشترین سرعت را دارند به همین دلیل اولین امواجی هستند که توسط گیرنده‌های زلزله آنها را ثبت می‌کنند. این امواج، از محیط‌های جامد، مایع و گاز می‌گذرند ولی سرعت آنها در محیط‌های مختلف، متفاوت است. علت سرعت بالای این امواج آن

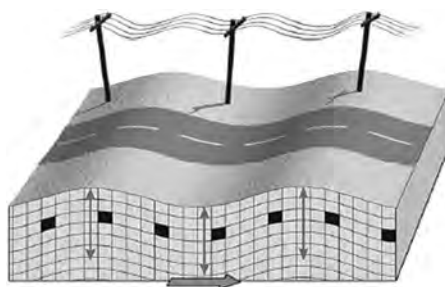
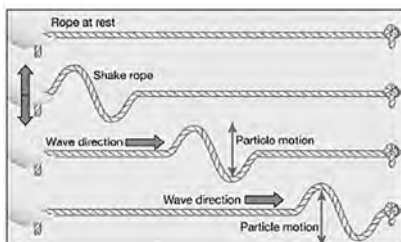
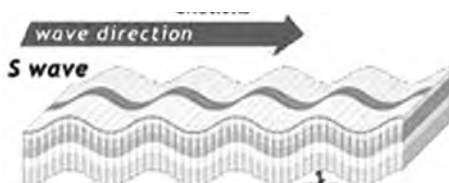


است که راستای ارتعاش ذرات، در امتداد انتشار آن است (مانند امواج صوتی). امواج  $p$  باعث تغییر حجم اجسام می گردند.

شکل ۱ - نحوه حرکت موج  $P$ . راستای ارتعاش ذرات در امتداد انتشار آن است که سبب پاره شدن سیم های برق و تکه تکه شدن آسفالت، بدون جابه جایی، می شود - موج  $P$  شبیه موجی است که در فتر ایجاد می شود.

امواج  $S$  (فانونیه، عرضی): این امواج، بعد از امواج  $p$ ، توسط گیرنده های زلزله ثبت می شوند. سرعت امواج  $S$  در مقایسه با امواج  $P$  کمتر است، زیرا امواج  $S$  حرکت سینوسی دارند (نظیر نور یا امواج الکترومغناطیس). به عبارت دیگر، امتداد ارتعاش ذرات بر راستای انتشار موج عمود است. این امواج سبب تغییر شکل اجسام می شوند.

امواج  $S$  فقط از محیط های جامد عبور می کنند. دامنه امواج  $S$  بزرگ تر از دامنه امواج  $p$  است. عملکرد این امواج در هنگام زلزله، لرزش بناها و سازه هاست.



الف) نحوه حرکت موج عرضی  $S$ . ارتعاش ذرات عمود بر راستای انتشار

ب) موج  $S$  سبب بالا و پایین رفتن سطح زمین می شود.

پ) موج  $S$  شبیه موجی است که در طناب ایجاد می شود.

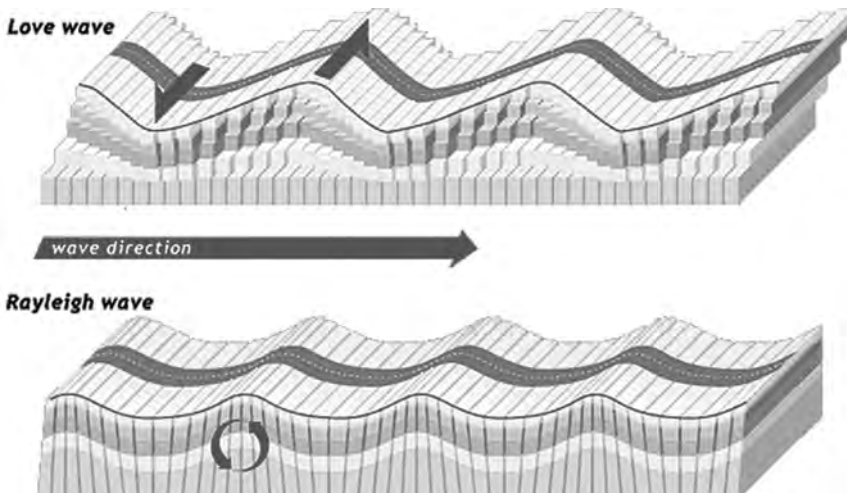
## ۲ امواج سطحی با دامنه بلند

این امواج بر اثر برخورد امواج درونی با فصل مشترک لایه‌ها و سطح زمین ایجاد می‌شوند و سپس در سطح زمین یا سطح ناپوستگی زیرزمینی یا سطح آب منتشر می‌شوند. بنابراین، در محیط‌های همگن و بدون لایه ایجاد نمی‌شوند.

امواج سطحی شکل‌های گوناگونی دارند، ولی متداول‌ترین آنها امواج لاو و ریلی هستند. امواج لاو یا  $L$ : امواج لاو سومین امواجی هستند که توسط گیرنده‌های زلزله ثبت می‌شوند. حرکت این امواج شبیه امواج  $S$  است. به این معنی که در هر دو موج راستای ارتعاش ذرات عمود بر انتشار موج است. ولی تفاوت آنها در این است که در امواج  $S$  راستای ارتعاش ذرات عمود بر سطح زمین است و در امواج  $L$  به موازات سطح زمین است. دامنه امواج سطحی در سطح یا نزدیک به سطح زمین حداکثر است و با افزایش عمق کاهش می‌یابد.



بنابراین، زلزله‌های کم عمق امواج سطحی بزرگی دارند. درحالی‌که زلزله‌های عمیق‌تر (عمق بیشتر از  $۱۰$  کیلومتر) امواج سطحی ضعیفی دارند. به این ترتیب، در نگاه اول می‌توان زلزله‌های کم عمق را از عمیق تشخیص داد.



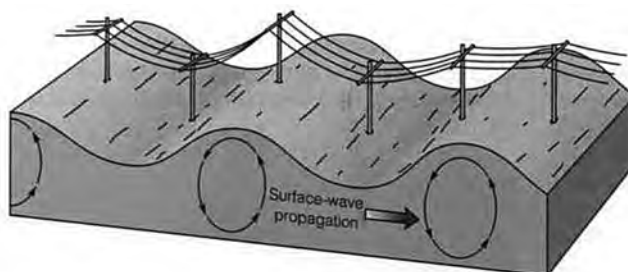
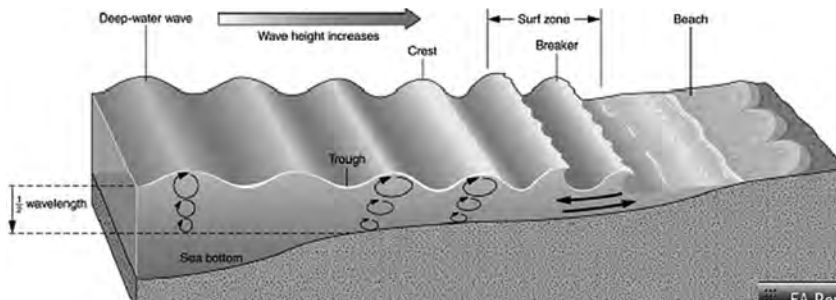
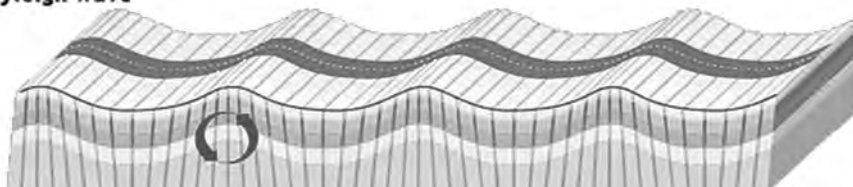
حرکت موج لاو. ارتعاش ذرات عمود بر جهت انتشار موج و به موازات سطح زمین  
موج  $L$  سبب حرکت زمین به سمت چپ و راست می‌شود. — موج  $L$  شبیه حرکت مار



برای مثال، حرکت موج S شبیه حرکت خودرو روی جاده ناهموار است. در صورتی که حرکت موج L شبیه حرکت خودروهای مسابقه در پیچ و خم جاده (به سمت چپ و راست) است.

**امواج ریلی R:** آخرین امواجی که توسط گیرنده‌های زلزله ثبت می‌شوند، امواج ریلی نامیده می‌شوند. این امواج، نسبت به سایر امواج زلزله حرکتی متفاوت دارند. به این ترتیب که حرکت آنها شبیه امواج دریا است. در امواج دریا، جهت حرکت ذرات دورانی و در جهت انتشار موج است، در حالی که در امواج R حرکت دورانی و در خلاف جهت انتشار موج است. خروج ریشه درختان از خاک در اثر زلزله را می‌توان از عملکرد این امواج دانست.

### Rayleigh wave



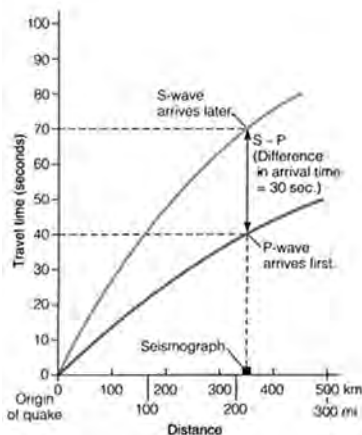
حرکت امواج ریلی R، ذرات در یک مدار دایره‌ای به ارتعاش درمی‌آیند.

موج R سبب زیر و رو شدن زمین می‌شود موج R شبیه موج دریاست.

دستگاه‌های لرزه‌نگار امواج زمین لرزه را ثبت می‌کنند. لرزه‌شناس می‌تواند با استفاده از امواج ثبت شده (لرزه‌نگاشت‌ها) به آسانی مرکز سطحی زلزله و بزرگی آن را مشخص کند.

امواج حاصل از زمین لرزه شامل امواج درونی و سطحی است. این امواج با اختلاف زمانی معینی نسبت به یکدیگر، به دستگاه لرزه‌نگار می‌رسند. بنابراین، برای پیدا کردن مرکز سطحی زمین لرزه، اختلاف زمان رسیدن امواج P و S را تعیین می‌کنیم.

شکل، منحنی تغییرات امواج P و S و سطحی را برحسب فاصله از مرکز زلزله و زمان دریافت آنها در ایستگاه لرزه‌نگار نشان می‌دهد. در این نمودار، محور X فاصله ایستگاه از مرکز سطحی زلزله را برحسب ۱۰۰۰ کیلومتر و محور Y زمان رسیدن امواج زمین لرزه به ایستگاه لرزه‌نگار را نشان می‌دهد. هرچه فاصله ایستگاه لرزه‌نگار از مرکز سطحی زلزله بیشتر باشد، اختلاف زمان رسیدن این امواج (فاصله عمودی بین منحنی‌ها) به دستگاه بیشتر می‌شود و برعکس، هرچه این فاصله کوتاه‌تر باشد، این اختلاف زمانی کوتاه‌تر خواهد شد.

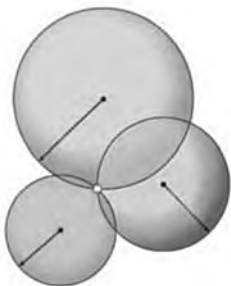


با داشتن اختلاف زمان رسیدن دو موج P و S می‌توان فاصله را به دست آورد. برای مثال:

اگر اختلاف زمان دو موج ۳۰ ثانیه باشد، فاصله تا مرکز سطحی ۳۵۰ کیلومتر است.

در دو ایستگاه دیگر هم فاصله را به دست می‌آوریم. بر اساس مقیاس نقشه سه دایره رسم می‌کنیم. محل تلاقی مرکز سطحی خواهد بود.

## پاسخ پرسش‌ها



۱ هر نقطه روی محیط دایره می‌تواند مرکز سطحی باشد.

۲ دو دایره دو محل تلاقی دارند که یکی از آنها مرکز سطحی است. سه دایره یک نقطه تلاقی دارند که همان مرکز سطحی است.

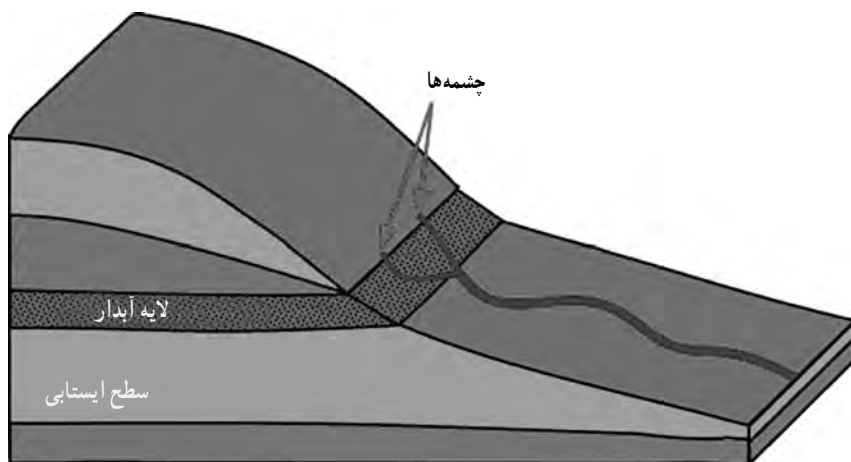
۳ دایره‌ها برحسب فاصله از مرکز سطحی، رسم می‌شود. بنابراین اندازه دایره‌ها متفاوت است.

## چگونگی تشکیل چشمه آب

۴

### اهداف

- ۱ بی بردن به مفهوم چشمه و عوامل مؤثر در تشکیل چشمه.
- ۲ معرفی بخش های مختلف یک سفره آب زیرزمینی و ارتباط آن با چشمه.



چشمه محل تلاقی سفره های آب زیرزمینی با سطح زمین است. چشمه ها می توانند آب گرم یا سرد داشته باشند. چشمه وقتی درست می شود که آب مجرای طبیعی برای خود بیابد که پایین تر از سطح ایستایی باشد. به همین دلیل است که بیشتر چشمه ها در دره ها و جاهای پست پدید می آیند. چون جریان آب چشمه در برابر نیروی جاذبه مقاومت نمی کند، پس همیشه باید مخزن آب آن در سطحی بالاتر از خودش قرار گرفته باشد. چشمه هایی که در سراسر سال جاری اند چشمه های «دائمی» خوانده می شوند. برخی دیگر از چشمه ها در نزدیکی سطح ایستایی واقع اند. از این رو تنها در فصل باران که آب سطح ایستایی بالا می آید آب دارند. به این چشمه ها «نوبتی» می گویند.

### نکات

- چشمه ها از محل شکاف ها یا لایه های نفوذپذیر خارج می شوند.
- چشمه ها دما، املاح و نوع خروج متنوعی دارند.

## پاسخ پرسش‌ها

- ۱ ارتفاع آبی‌دان (آکواریوم) را در نظر بگیرید. از سطح آب تا کف آن و از سطح آب تا بالای ظرف را اندازه بگیرید. عدد اول، ضخامت و عدد دوم عمق منطقه اشباع را نشان می‌دهد.
- ۲ عمق سطح ایستایی در شکل ب کمتر است.
- ۳ عمق آب در منطقه کوهستانی بیشتر از دشت‌هاست.
- ۴ اگر سطح ایستایی آب‌های زیرزمینی در محل شکستگی‌ها یا مناطق نفوذپذیر با زمین هم سطح شود، چشمه تشکیل می‌شود.

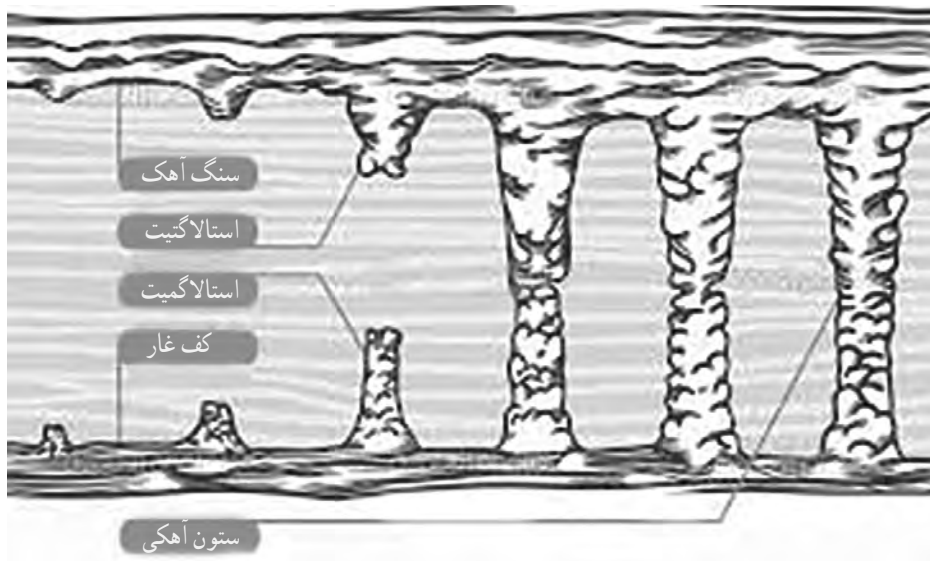
## چگونگی تشکیل قندیل‌های داخل غار

۵

**هدف:** پی بردن به سازوکار تشکیل غار

آب‌های زیرزمینی عناصری مانند کلسیم و منیزیم دارند. این عناصر با تغییر دما و فشار در نزدیکی سطح زمین عمل رسوب‌گذاری انجام می‌دهند. اگر رسوب‌گذاری بر اثر سقوط ذرات آب از سقف غار به کف باشد، در سقف قندیل‌های آهکی به نام استالاکتیت و در کف، استالاکمیت را ایجاد می‌کند.





اگر این دو قندیل آهکی به هم برسند، ستون تشکیل می شود.  
نمونه ای مشابه را می توان در حوض حیاط خانه های قدیمی در فصل زمستان یا لبه شیروانی منازل مثال زد.



## پاسخ پرسشی ها

سرعت و اندازه تشکیل قندیل ها تغییر می کند.

## قالب داخلی و خارجی

۶

### اهداف

- ۱ پی بردن به چگونگی تشکیل انواع فسیل (قالب داخلی و قالب خارجی).
  - ۲ استفاده از این روش در تهیه قالب‌ها مانند قالب کیک و ژله و پرینت سه بعدی
- قالب‌ها تصویری از اجسام و موجودات زنده هستند که تا سالیان زیاد باقی می‌مانند و اطلاعاتی از گذشته در اختیار ما قرار می‌دهند. قالب می‌تواند از هر بخش به صورت طبیعی یا مصنوعی تهیه شود. اگر فقط آثار و شکل برجستگی‌ها و اجزای سطح خارجی جسم در رسوبات باقی بماند، قالب خارجی تشکیل می‌شود. در صورتی که مواد و رسوبات نرم به داخل صدف یا اسکلت موجود زنده نفوذ کند و آثار سطح داخلی بدن جان دار در رسوبات ثبت و سپس سخت شود، قالب داخلی به وجود می‌آید.



نمونه‌هایی از قالب داخلی



نمونه‌هایی از قالب خارجی

## پاسخ پرسش ها

- ۱ تفاوت در عمق شیارها، تفاوت در سطح نرم داخلی و سطح شیاردار خارجی و...
- ۲ چند مورد کاربرد :
- در موزه ها برای تکمیل قطعات پراکنده یک فسیل از قالب سازی استفاده می کنند.
- تاکسیدرمی با کمک قالب سازی صورت می گیرد. نمونه های زیبای آن را می توان در موزه دارآباد تهران مشاهده کرد.
- بازسازی گذشته، بازسازی فسیل ها و... به کمک قالب سازی صورت می گیرد.
- ۳ ریخته گری و...

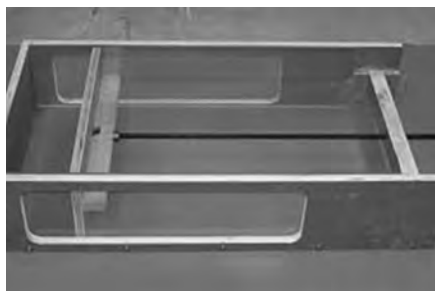
## تشکیل چین خوردگی

۷



چین ها و گسل ها در محل برخورد، دور شدن یا لغزیدن ورقه های سنگ کره ایجاد می شوند. تاقدیس که نوعی از چین محسوب می شود، محل ذخیره بیش از ۸۰ درصد نفت جهان است. گسل ها محل خروج انرژی زلزله هستند و به همین جهت این دو پدیده از نظر مطالعه و بررسی اهمیت زیادی دارند.

با ساخت یک جعبه می توان علم تکتونیک و زمین شناسی ساختمانی را در آزمایشگاه تجربه کرد.



## نکات

صفحه متحرک را به آرامی و در طی چند روز حرکت دهید تا تشکیل چین‌ها با دقت و نظم صورت گیرد. برای نزدیک شدن به واقعیت لایه‌های زمین از ماسه‌ها و خمیر و رس با ضخامت‌های متفاوت استفاده کنید.

## پاسخ پرسش‌ها

۱ هم تاقدیس و هم ناودیس تشکیل می‌شود.

۲ البرز و زاگرس

## یاخته‌های ماهیچه ای

۸

**هدف :** مشاهده یکی از انواع یاخته‌های بدن انسان با کمک میکروسکوپ پیش‌بینی نتیجه : پس از اجرای مراحل آزمایش می‌توان یاخته‌های ماهیچه‌ای مخطط را با کمک میکروسکوپ مشاهده کرد.

**ایمنی و هشدار :** هنگام کار با اسید استیک مراقب باشید اسید با پوست بدن تماس پیدا نکند.

### نکته

۱ می‌توان برای مشاهده هم‌زمان یاخته‌های ماهیچه‌های قلبی و صاف تکه‌ای از قلب یا روده یا سیرابی گوسفند را نیز آزمایش کرد.

۲ یک تکه گوشت به اندازه نخود را درون شیشه ساعت قرار می‌دهیم و به منظور نرم شدن بافت برای نابودی بافت هم‌بند رشته‌ای، آن را به مدت ده دقیقه در استیک اسید  $10^\circ$  درصد قرار می‌دهیم.

۳ بعد از ده دقیقه گوشت را برمی‌داریم و با نوک دو سوزن، یک ریش از آن را روی لام قرار می‌دهیم و رنگ آمیزی را شروع می‌کنیم.

۴ یک قطره رنگ آبی متیلن روی آن می‌ریزیم. بعد روی میز کار یک کاغذ خشک‌کن قرار می‌دهیم. سپس لام را که لامل روی آن است روی خشک‌کن می‌گذاریم. با نوک خودکار به آن ضربه می‌زنیم. با دو انگشت شست فشار می‌دهیم و با عدسی  $10^\circ$  و  $40^\circ$  آن را می‌بینیم.



## دانستنی های لازم برای مربی

به سلول عضلانی فیبر گفته می شود که تعداد زیادی تارچه (میوفیبریل) دارد. نوارهای تیره و روشن نشان از وجود تارچه در یک سلول عضلانی است که این تارچه عناصر انقباضی درون سلولی است. هر تارچه مرکب است و از تعداد زیادی رشته های نازک تر پروتئینی به نام میوفیلانیت ساخته شده است که خود به دو دسته تقسیم می شوند: میوفیلانیت های ضخیم (از جنس پروتئین، ایجادکننده نواحی تاریک) و میوفیلانیت های نازک (از جنس پروتئین، ایجادکننده نواحی روشن) یاخته های عضلانی مخطط یا اسکلتی تعداد زیادی هسته دارند که در حاشیه این سلول ها قرار گرفته است.



افزودن رنگ آبی متیان      ریش ریش کردن گوشت توسط سوزن      قرار دادن گوشت در اسید



اسکواتر (فشار مستقیم با قدرت)      قرار دادن کاغذ خشک کن      قرار دادن لامل

**توجه:** رشته های اکتین و میوزین با میکروسکوپ نوری دیده نمی شوند. رشته نازکی که زیر میکروسکوپ قرار می دهیم، مرکب از چند فیبر یا سلول عضلانی استوانه ای است. داخل هر سلول هسته های متعدد آبی رنگ در کناره ها و خطوط عرضی آبی رنگ تیره و روشن دیده می شوند.



سلول های عضله مخطط — رنگ آمیزی آبی

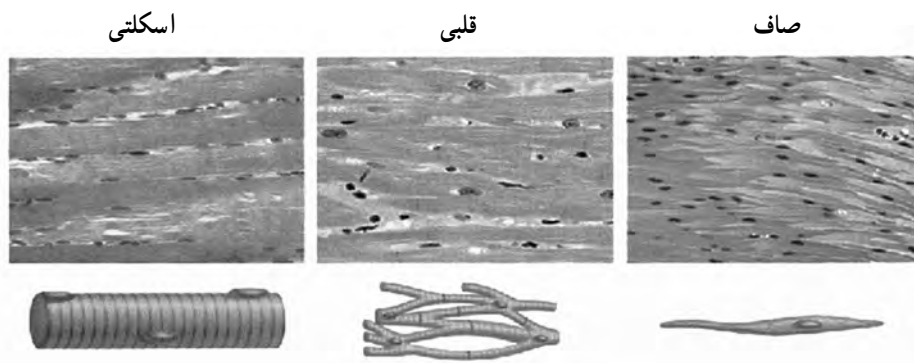
متیلن — \*۴۰

سلول های عضله

مخطط — \*۴۰

## انواع سلول‌های ماهیچه‌ای

- ۱ ماهیچه‌های مخطط یا اسکلتی یا پیکری یا ارادی: این ماهیچه‌ها به ارادهٔ ما حرکت می‌کنند و سلول‌های آنها در زیر میکروسکوپ خط خطی به نظر می‌رسند، مثل ماهیچه‌های بازو و فک.
- ۲ ماهیچه‌های صاف یا غیرارادی: سلول‌های دوکی شکل دارند و به صورت غیرارادی عمل می‌کنند؛ مثل ماهیچه‌های معده، روده، دیواره مثانه و ماهیچهٔ انتهای مو.
- ۳ ماهیچهٔ قلب: سلول‌های منشعب دارد و غیرارادی است.



انواع بافت ماهیچه‌ای و شکل سلول‌ها از راست به چپ: بافت و سلول صاف، بافت و سلول ماهیچهٔ قلبی، بافت و سلول ماهیچهٔ اسکلتی

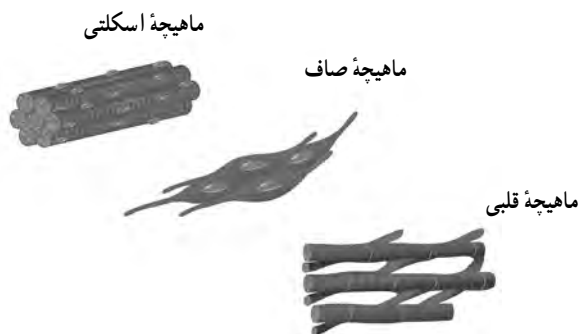
## پروشی‌ها

- ۱ ماهیچه‌های صاف و مخطط را با هم مقایسه کنید.

**شباهت:** هر دو باعث حرکت می‌شوند.

**تفاوت‌ها:** ماهیچه‌های صاف غیرارادی اند، اما مخطط ارادی هستند. سلول‌های ماهیچه‌های مخطط خط دارند، ولی ماهیچه‌های صاف بدون خط هستند. سلول‌های ماهیچهٔ صاف دوکی شکل اما سلول‌های ماهیچه‌های مخطط استوانه‌ای شکل اند. سلول‌های ماهیچه مخطط انقباض سریع دارند و به سرعت به حالت استراحت در می‌آیند، ولی سلول‌های ماهیچهٔ صاف به آهستگی منقبض می‌شوند و انقباض خود را مدت طولانی‌تری نگه می‌دارند. سلول‌های ماهیچهٔ مخطط بسیار بزرگ هستند و تعداد زیادی هسته دارند،

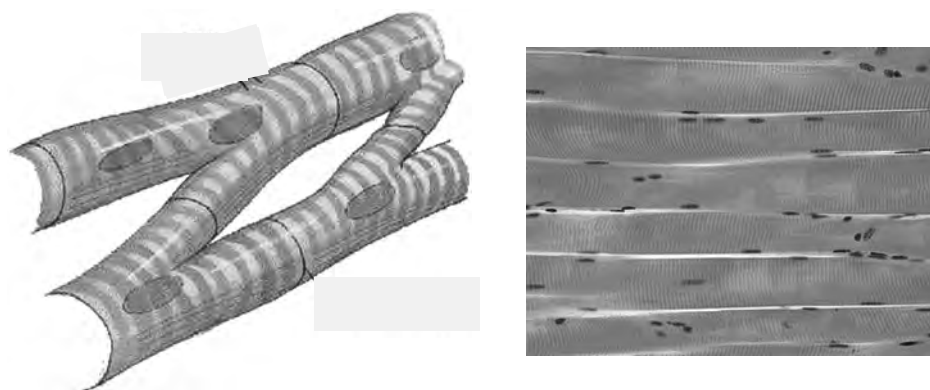
ولی سلول های ماهیچه صاف تنها یک هسته دارند. ماهیچه های مخطط با اسکلت بدن مرتبط هستند اما ماهیچه های صاف چنین ارتباطی ندارند.



انواع بافت ماهیچه ای از بالا به پایین : شکل سلول ماهیچه اسکلتی، شکل سلول ماهیچه صاف، شکل سلول ماهیچه قلبی  
 ۲ ماهیچه مخطط را با ماهیچه قلب مقایسه کنید.

شباهت ها : از نظر ظاهری هر دو شبیه و سلول های هر دو مخطط هستند. انقباض و استراحت هم در هر دو سریع است.

تفاوت ها : ماهیچه قلب غیرارادی، اما ماهیچه مخطط ارادی است. سلول های ماهیچه قلب منشعب اند، اما سلول های ماهیچه اسکلتی استوانه ای شکل هستند. سلول های ماهیچه قلب یک یا دو هسته، اما سلول های ماهیچه اسکلتی تعداد زیادی هسته دارند. ماهیچه های مخطط در ارتباط با استخوان ها فعالیت می کنند، ولی قلب نه.



شکل سلول های ماهیچه قلب

## پاسخ پرسش‌ها و فعالیت‌های تکمیلی

- ۱ از بین رفتن بافت پیوندی اطراف سلول‌ها و تسهیل جدا شدن سلول‌ها از یکدیگر در مراحل بعدی آزمایش.
- ۲ با ایجاد تضاد یا کنتراست رنگی، مشاهده سلول‌ها با میکروسکوپ تسهیل می‌شود.
- ۳ ابتدا باید بتوان سلول‌ها را در میدان دید پیدا کرد. سپس با انتخاب بخش مناسبی از نمونه، آن را با دقت بیشتری مشاهده و بررسی کرد.
- ۴ غشا، سیتوپلاسم، هسته، خطوط تاریک و روشن
- ۵ به شکل‌های موجود در بخش دانستنی‌های معلم مراجعه شود.

## نقاشی با بزاق دهان

۹

**هدف :** اثبات وجود آنزیم آمیلاز در بزاق

**پیش‌بینی نتیجه :** به دلیل اثر آمیلاز بزاق بر نشاسته روی کاغذ صافی و تجزیه نشاسته، پس از فرو بردن این کاغذ در محلول لوگول، در بخش‌هایی که نشاسته تجزیه شده است، رنگ بنفش ظاهر نمی‌شود.

**نکات ایمنی و هشدار**

- ۱ هر فرد از یک گوش پاک کن تمیز استفاده کند.
- ۲ دقت کنید محلول لوگول با پوست دست تماس پیدا نکند.
- ۳ در حین اجرای آزمایش از دستکش استفاده کنید.
- ۴ پس از اجرای آزمایش، پسماند را، با توجه به نکات ایمنی، دور بریزید.

**نکته**

- ۱ برای کاهش پسماند این آزمایش از حداقل لوگول استفاده کنید.
- ۲ به جای لوگول از محلول بتادین هم می‌توانید استفاده کنید.
- ۳ برای جمع‌آوری بزاق برای اجرای آزمایش ابتدا دو یا سه مرتبه دهان را به خوبی با آب بشوید. سپس با جویدن آدامس، بزاق ترشح شده را داخل بشر کوچکی بریزید.
- ۴ هنگام کار توجه داشته باشید که بزاق را به آرامی با کمک گوش پاک کن روی کاغذ صافی آغشته به نشاسته منتقل کنید. البته فشار دادن زیاد باعث پاره و زخمی شدن کاغذ می‌شود.

## دانستنی های لازم برای مربی

**غدد بزاقی:**<sup>۱</sup> از غدد برون ریز در پستانداران است. سه زوج غده بزاقی اصلی به نام های بناگوشی، تحت فکی و زیر زبانی در دهان انسان دیده می شوند. غدد بزاقی از قسمت های مترشحه و مجاری تشکیل شده اند. **غدد بناگوشی:** این غدد در زیر و مقابل گوش ها قرار گرفته اند. این غدد مسئول ترشح ۲۵ درصد بزاق اند. عفونت ویروسی این غده اوریون نامیده می شود. در بعضی حیوانات ترشحات این غده سمی است. **غدد تحت فکی:** این غدد در زیر فک تحتانی و در طرفین گردن قرار گرفته اند. این غده مسئول ترشح ۷۰ درصد از بزاق است. ترشحات هر غده توسط مجرایی به کف دهان در طرفین بند زبان تخلیه می شود. **غدد زیرزبانی:** این غدد در کف حفره دهانی و در طرفین بند زبان قرار گرفته اند. ترشحات این غدد توسط مجرای کوتاهی به کف حفره دهانی (در مجاورت یا محل باز شدن غده تحت فکی) تخلیه می شود.



## بزاق و ترکیبات آن

ترشحات غدد بزاقی در مجموع بزاق نامیده می شوند که اعمال متعددی را بر عهده دارد؛ مانند مرطوب نگه داشتن مخاط دهان، عمل حفاظتی و هضم اولیه مواد قندی با داشتن آمیلاز. بزاق مایعی چسبنده و لزج است که از سه جفت غده بزاقی به نام های «زیرزبانی»، «بنّاگوشی» و «تحت فکی» و غده های کوچک مخاط دهان ترشح می شود. بزاقی که به وسیله این غدد ترشح می شود، به طور مستقیم به درون حفره دهان می ریزد.



حدود ۹۸ درصد بزاق را آب تشکیل می‌دهد. ترکیبات پروتئینی متعددی در بزاق وجود دارند که برخی خاصیت آنزیمی دارند. «موسین» یکی از پروتئین‌های موجود در بزاق است که از مخلوط شدن آن با آب، مایع لزج و چسبنده‌ای به نام «موکوس» به وجود می‌آید. موکوس بزاق باعث می‌شود گلوله‌های کوچک غذا و حرکت آنها در دهان، حلق و مری آسان‌تر تشکیل شود. برخی از ترکیبات پروتئینی موجود در بزاق خاصیت آنزیمی دارند. بزاق نوعی «آمیلاز» است که نشاسته را به قندهای ساده‌تر تجزیه می‌کند. «لیزوزیم» موجود در بزاق خاصیت ضد عفونی‌کنندگی دارد. لیزوزیم با تخریب دیواره سلولی باکتری‌ها باعث نابودی آنها می‌شود. یکی از دلایلی که جانوران، خود و بچه‌هایشان و حتی زخم‌هایشان را با بزاق تمیز می‌کنند، وجود این آنزیم و خاصیت ضد عفونی‌کنندگی آن است.

ترشح بزاق توسط مراکز عصبی واقع در مغز تنظیم می‌شود. این مراکز با ورود غذا به دهان تحریک می‌شوند. در نتیجه ترشح بزاق افزایش می‌یابد. احساس بوی غذا و یا حتی دیدن غذای مطبوع نیز می‌تواند موجب تحریک این مراکز و افزایش ترشح بزاق می‌شود.

در کودکان میزان ترشح بزاق بیش از بزرگسالان است، زیرا فعالیت غده‌های بزاقی تا چند سال پس از تولد زیاد است. در برخی از افراد بزاق هنگام خواب از دهان بیرون می‌ریزد. این حالت ممکن است ناشی از سوءهاضمه باشد.

## طرز تهیه بزاق برای بررسی اثر پتیلین بزاق بر نشاسته

### طرز تهیه بزاق

به منظور ایجاد شرایط یکسان برای آزمایش‌ها و اطمینان از نتایج آن باید بزاق یک نفر را به طریق زیر تهیه کرد.

ابتدا دو یا سه مرتبه دهان را به خوبی با آب بشوید. سپس با جویدن یک نوار لاستیکی، آدامس یا قطعه‌ای کوچک از پارافین جامد، بزاق ترشح شده را داخل بشر کوچکی بریزید. آن گاه به کمک یک پی‌پت ۵ میلی‌لیتری یا یک استوانه مدرج کوچک، بزاق را به بشر تمیز دیگری منتقل کنید و با ۴۵ میلی‌لیتر آب مقطر رقیق کنید تا محلول بزاق ۱۰ درصد فراهم شود.

دهان محل دریافت غذا و جایگاه احساس طعم است. اعمال مکانیکی دندان‌ها، لب‌ها و زبان توسط ذرات غذایی را خرد، خیس و لغزنده می‌کند. بزاق با آب دهان از سه جفت غده بزاقی بناگوشی، زیربانی و تحت فکی، بر حسب نوع غذا، ۱ تا ۱/۵ لیتر در ۲۴ ساعت ترشح می‌شوند. در ۱۰۰۰ گرم بزاق ۹۹۵ گرم آب، ۳ تا ۴ گرم ماده آلی و ۱ تا ۲ گرم ماده معدنی وجود دارد. اسیدیته (PH) طبیعی بزاق ۶/۸ تا ۷ است.

### مواد آلی و معدنی بزاق

در هر لیتر بزاق ۲ گرم موسین وجود دارد که آن را چسبنده می کند. موسین مخلوطی از موکو پروتئین ها و موکو پلی ساکاریدهاست. در بزاق به مقدار جزئی پروتئین گلوبین وجود دارد. مواد معدنی بزاق شامل کلورها، سولفات های قلیایی، فسفات کلسیم، بیکرنات و منیزیم است. در هر لیتر بزاق ۰/۰۶ گرم تیوسیانات پتاسیم وجود دارد که مقدار آنها در افراد معتاد به دخانیات بیشتر است. الکل، مرفین، ید و جیوه که وارد بدن می شوند، توسط بزاق دفع می شوند.

### آنزیم های بزاق

مهم ترین آنزیم بزاقی پتیلین یا آلفا آمیلاز است که نشاسته را به مالتوز تبدیل می کند. یون های کلر فعال کننده این آنزیم هستند. در بزاق آنزیم های مالتاز و انورتاز وجود دارند که از میکروب های موجود در دهان ترشح می شوند. آنزیم دیگر بزاق لیزوزیم است که باعث هضم پروتئین های غشای باکتری ها می شود. غذای خرد شده در دهان به کمک عمل بلع از حلق و مری می گذرد و ضمن آغشته شدن با ترشحات آنها به معده می رسد.

## پاسخ پرشی ها و فعالیت های تکمیلی

- ۱ کاغذ صافی به جز در مناطق آغشته شده به بزاق و تجزیه نشاسته توسط آمیلاز بزاق به رنگ بنفش درمی آید زیرا در آن مناطق نشاسته به ماده دیگری تبدیل شده است (مالتوز). مالتوز یک دی ساکارید است.
- ۲ پیش ماده مورد نیاز آنزیم آمیلاز (نشاسته) فراهم شود.
- ۳ زمان کافی برای تأثیر آنزیم آمیلاز بزاق بر پیش ماده آن (نشاسته) فراهم شود.
- ۴ لوگول معرف نشاسته است و در حضور نشاسته رنگ بنفش یا آبی ایجاد می کند.

## نور و اثر آن بر تولید نشاسته در برگ

۱۰

### ایمنی و هشدار

- ۱ هنگام کار با شعله مراقب دست خود باشید.
- ۲ برای جلوگیری از سوختگی، ظروف داغ را با گیره یا پارچه جابه‌جا کنید.
- ۳ هنگام کار با الکل مراقب تماس آن با چشم باشید.
- ۴ مانع از تماس مستقیم الکل با شعله شوید و ظرف حاوی الکل را به‌طور مستقیم روی شعله قرار ندهید.

### دانستنی‌های لازم برای مربی

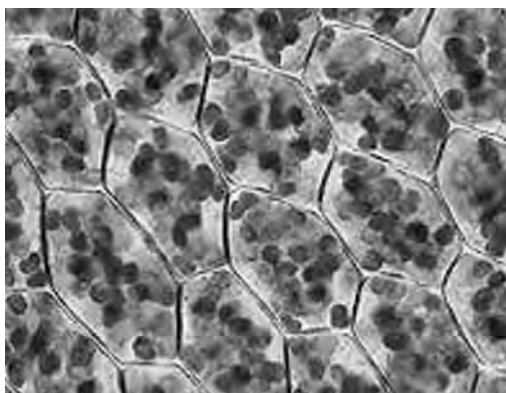
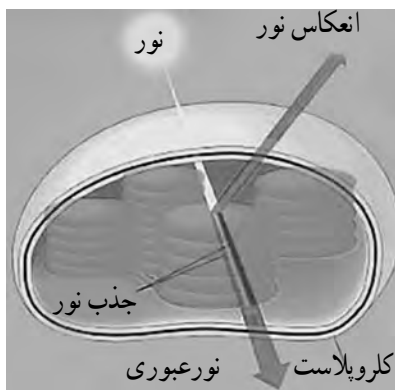
فتوسنتز که یکی از مهم‌ترین پدیده‌های حیاتی روی کره زمین محسوب می‌شود، فرایند ذخیره انرژی است که در حضور نور در برگ‌ها و سایر بخش‌های سبز گیاه روی می‌دهد. انرژی نورانی به صورت انرژی شیمیایی در مولکول‌های قند ساده ذخیره می‌شود. هنگامی که دی‌اکسیدکربن و آب با هم ترکیب می‌شوند و یک مولکول قند را در کلروپلاست تشکیل می‌دهند، گاز اکسیژن به عنوان یک محصول فرعی آزاد و به درون اتمسفر رها می‌شود. بنابراین می‌توان گفت، حضور دی‌اکسیدکربن، آب، نور و مولکول کلروفیل برای انجام فتوسنتز ضروری است.



تمامی بخش‌های سبزرنگ گیاه قادر به انجام عمل فتوسنتز هستند. ماده سبز موجود در گیاهان که «سبزینه» یا «کلروفیل» نام دارد، آغازکننده واکنش‌های فتوسنتز است. فتوسنتز در اندام‌هایی که سبزینه ندارند انجام نمی‌گیرد. کلروپلاست‌ها که در سلول‌های سبزینه‌دار گیاهان وجود دارند، محل استقرار مولکول‌های سبزینه هستند. سلول‌های برگ بیشترین مقدار کلروپلاست را دارند و به همین دلیل برگ‌ها اندام اصلی فتوسنتز در گیاهان به‌شمار می‌آیند.



محل انجام فتوسنتز در گیاهان کلروپلاست نام دارد که در آن مولکول های سبزینه وجود دارند. مولکول های سبزینه که سبزرنگ هستند، نور خورشید را جذب می کنند و به این ترتیب، واکنش های فتوسنتزی آغاز می شود. سلول های برگ ها بیشترین تعداد کلروپلاست را دارند. سلول های سبزینه بیشتر نور آبی و قرمز را جذب و نور سبز را منعکس می کنند. به همین دلیل سبزینه به رنگ سبز دیده می شود.



گیاهان از طریق فرایند فتوسنتز انرژی نور خورشید را جذب می کنند تا با این انرژی، دی اکسید کربن و آب را که به عنوان دو ماده شیمیایی از محیط جذب کرده اند، به قندهای ساده تبدیل کنند. مولکول های قند به عنوان واحدهای ساختمانی اولیه برای حفظ سلامت و رشد گیاهان به کار می روند و منبع اصلی غذای گیاهان هستند که نه تنها سلامت گیاه، بلکه رشد آن را نیز تضمین می کنند. البته عوامل متعددی رشد گیاه را تحت تأثیر قرار می دهند.

حفظ و بقای گیاهان مستلزم تابش نور خورشید است. گیاهی که در معرض تابش نور خورشید رشد می کند، گیاهی سالم است و می تواند بدون هیچ مشکلی به رشدش ادامه دهد چرا که نور خورشید به گیاه کمک می کند غذا تولید کند و سالم بماند. گیاهی که در تاریکی قرار می گیرد، گیاه سالمی نمی شود و نمی تواند به خوبی رشد کند. حتی ممکن است پس از گذشت چند روز، به علت ناتوانی در تولید غذای کافی، حیات خود را از دست بدهد و دیگر زنده نماند.

## پاسخ پرسشی ها

- قرار دادن برگ در آب جوش سبب تخریب غشاهای سلولی می شود. قرار دادن برگ در الکل سبب می شود سبزینه در الکل حل شود و تمام رنگیزه های برگ خارج شوند.

الکل، ضمن رنگ‌بری، برگ را محکم و شکننده می‌کند و قرار دادن برگ برای بار مجدد در آب، باعث پاک شدن اثر الکل و نرم شدن برگ خواهد شد.

۲ لوگول معرف نشاسته است. در این مکان‌ها نور به برگ می‌تابد و باعث ساخت نشاسته می‌شود. در نتیجه به رنگ آبی بنفش در می‌آید.

۳ در بخش‌هایی که نور به برگ تابیده، فتوسنتز و ساخت نشاسته انجام شده است.

## استخوان‌های محکم و انعطاف پذیر

۱۱

**هدف :** اثبات اهمیت وجود مواد معدنی در سلامتی استخوان‌های بدن  
پیش‌بینی نتیجه : در طول آزمایش، به دلیل اثر اسید بر بافت استخوانی، تجزیه املاح استخوان و خروج مواد معدنی از آن، استخوان استحکام خود را از دست می‌دهد.  
نکات ایمنی و هشدار : مراقب باشید هنگام کار اسید با پوست دستتان تماس پیدا نکند.  
نکته

- ۱ می‌توانید از استخوان خام یا پخته استفاده کنید.
- ۲ به جای استخوان ران می‌توانید از استخوان بال مرغ نیز استفاده کنید.
- ۳ هر چه استخوان کوچک‌تری انتخاب کنید، زمان اجرای آزمایش کوتاه‌تر می‌شود.
- ۴ قبل از قرار دادن استخوان در اسید یا سرکه، ماهیچه اطراف آن را کاملاً جدا کنید.
- ۵ می‌توانید به جای اسید استیک از سرکه سفید غلیظ استفاده کنید.
- ۶ روی قطعه استخوان باید کاملاً با سرکه یا اسید پوشانده شود.
- ۷ برای جلوگیری از تبخیر اسید یا سرکه در ظرف را ببندید.
- ۸ استخوان را با گیره یا پنس از اسید یا سرکه خارج کنید.
- ۹ قبل از دست زدن به استخوان خارج شده از اسید یا سرکه، آن را کاملاً با آب بشویید.

## دانستنی‌های لازم برای مربی

استخوان‌های بدن از بافت سخت و محکمی به نام بافت استخوانی همبند تشکیل شده است. استخوان یک بافت زنده در واقع یک اندامی است که رشد می‌کند، تغذیه می‌کند، تغییر شکل می‌دهد و می‌میرد.

استخوان از سلول‌هایی تشکیل شده که به آنها سلول‌های استخوانی یا استئوسیت Osteocyte می‌گویند. این سلول‌ها در کنار یکدیگر قرار نداشته و از هم فاصله زیادی دارند. فاصله بین این سلول‌ها را ماده‌ای به نام ماده بین سلولی پر کرده است. این ماده را ماتریکس Matrix نیز می‌نامند. این ماده یک داربست و شبکه سه بعدی از پروتئین و مواد قندی بخصوصی تشکیل شده که روی آن املاح کلسیم رسوب کرده است. این املاح کلسیم عمدتاً از جنس هیدروکسی آپاتیت (Hydroxyapatite) هستند.

طرز قرار گرفتن و ساختمان ماده بین استخوانی نظم خاصی داشته، به طوری که املاح معدنی آن به شکل تیغه‌های مدور متحدالمرکزی در کنار هم قرار دارند. به این تیغه‌ها لاملا Lamella می‌گویند. در مرکز این دوائر متحدالمرکز تیغه‌ای شکل، کانال توخالی وجود دارد که حاوی عروق و اعصاب است. به این کانال یا مجرای کانال هاورس Haversian canal می‌گویند. هر مجرای هاورس را ۵ یا ۶ تیغه استخوانی دایره‌ای که دور آن را گرفته‌اند یک ساختمان ظریف را درست می‌کند که به آن سیستم هاورس Haversian system می‌گویند. عروقی که در کانال هاورس سیر می‌کنند وظیفه تغذیه سلول‌های استخوانی یا استئوسیت‌ها را به عهده دارند.

ماده زمینه‌ای بافت استخوانی به دو صورت بی‌شکل و شکل‌دار وجود دارد. ماده زمینه‌ای بی‌شکل شامل مواد کانی نظیر فسفات و کربنات کلسیم و منیزیم، یون سیترات، یون فلوراید، سدیم و پتاسیم است. مواد آلی شامل کندروایتین سولفات C و A و پروتئینی به نام استئوموکوئید و مواد آلی دیگری است که عبارت‌اند از: استئونکین، که بلورهای کانی را به کلاژن وصل می‌کنند. استئوکلسین که کلسیم را به خود می‌بندد. سیالوپروتئین و پروتئین شکل‌دهنده استخوان.

ماده شکل‌دار زمینه استخوان کلاژن I است. کلاژن به صورت یک هسته مرکزی است که مواد کانی بر روی آن رسوب کرده‌اند. کل این ترکیبات بلورهای هیدروکسی آپاتیت را تولید می‌کنند. هیدروکسی آپاتیت تیغه‌های استخوانی را به شکل دوائر متحدالمرکز می‌سازد. علاوه بر اینها ماده سومی به نام سیمان وجود دارد که اولاً رشته‌های کلاژن را به یکدیگر می‌چسباند، ثانیاً سیستم‌های هاورسی را به یکدیگر متصل می‌کند و شکل منظمی به آنها می‌دهد. سلول‌های بافت استخوانی بر چهار نوع‌اند که هم‌زمان قابل رؤیت نیستند.

## انواع استخوان

۱ استخوان‌های دراز: استخوان دراز، از یک تنه تقریباً استوانه‌ای با یک قسمت پهن در دو انتها تشکیل شده‌اند. این گروه بیشتر استخوان‌های اندام‌های فوقانی و تحتانی را در برمی‌گیرد.

۲ استخوان‌های کوتاه: از نظر شکل تفاوت‌های زیادی باهم دارند ولی به طور کلی می‌توان آنها را به

شکل مکعب در نظر گرفت. این گروه استخوان‌های قسمت پروکسیمال دست و پا را در بر می‌گیرند که به ترتیب استخوان‌های کارپال و تارسال نامیده می‌شوند.

۳ استخوان‌های پهن: استخوان‌های پهن در مقایسه با قطرشان سطح پهن دارند و شامل استخوان‌های سقف جمجمه، جناغ سینه و دنده‌ها می‌باشند.

۴ استخوان‌های نامنظم: استخوان‌های نامنظم از نظر شکل تفاوت‌های زیادی باهم دارند و در هیچ کدام از گروه‌های فوق قرار نمی‌گیرند و شامل استخوان‌هایی می‌شوند که ستون فقرات و بعضی از استخوان‌های جمجمه را تشکیل می‌دهند.

۵ استخوان‌های سزاموئید (کنج‌دی): این استخوان‌ها در تاندون‌های نزدیک مفاصل ظاهر می‌شوند مهم‌ترین استخوان این گروه استخوان کشکک می‌باشد.

استخوان‌ها از هر دو نوع الاستیک (قابل انعطاف) و سخت هستند. الاستیسیته (انعطاف‌پذیری) آنها ناشی از ماده آلی (پروتئین) موجود در آنهاست، و این در حالی است که سختی آن وابسته به ماده غیرآلی (املاح معدنی مثل کلسیم و فسفر) موجود در آنهاست. با توجه به سن، درصد مواد آلی و غیرآلی موجود در استخوان‌ها فرق می‌کند. با افزایش سن، درصد مواد غیرآلی افزایش می‌یابد، انعطاف‌پذیری استخوان‌ها کاهش می‌یابد، و استعداد شکنندگی استخوان زیاد می‌شود.

استخوان‌های بدن از لحاظ آرایش قرار گرفتن تیغه‌های استخوانی و تراکم استخوانی به دو دسته بافت استخوانی متراکم و بافت استخوانی اسفنجی تقسیم می‌شوند.

استخوان ماده زنده و محکمی است که داربست اسکلتی بدن انسان را می‌سازد. استخوان پایه محکمی است که دیگر اعضا بر آن استوار می‌شوند و در بسیاری از نقاط، استخوان اطراف بافت‌های حساس را گرفته و از آن محافظت می‌کند. استخوان‌ها محل تولید گلبول‌های سفید و قرمز خون هستند و منبعی از مواد معدنی و بخصوص کلسیم را تشکیل می‌دهند که هر موقع بدن به آنها احتیاج داشت در اختیار آن قرار می‌دهند.

در زمان تولد حدود ۲۷۰ استخوان در بدن وجود دارند. با بزرگ شدن بچه و با افزایش سن بعضی از این استخوان‌ها به هم چسبیده و در نهایت ۲۰۶ استخوان را برای یک فرد بالغ ایجاد می‌کنند. بزرگترین استخوان بدن استخوان ران و کوچک‌ترین آنها استخوانچه‌های گوش میانی هستند.

استخوان یک بافت زنده است. رشد می‌کند، تغذیه می‌کند، تغییر شکل می‌دهد و می‌میرد.

### کارکرد استخوان

استخوان چند کارکرد اساسی دارد. مهم‌ترین آنها کارکرد مکانیکی است که شامل موارد زیر است:

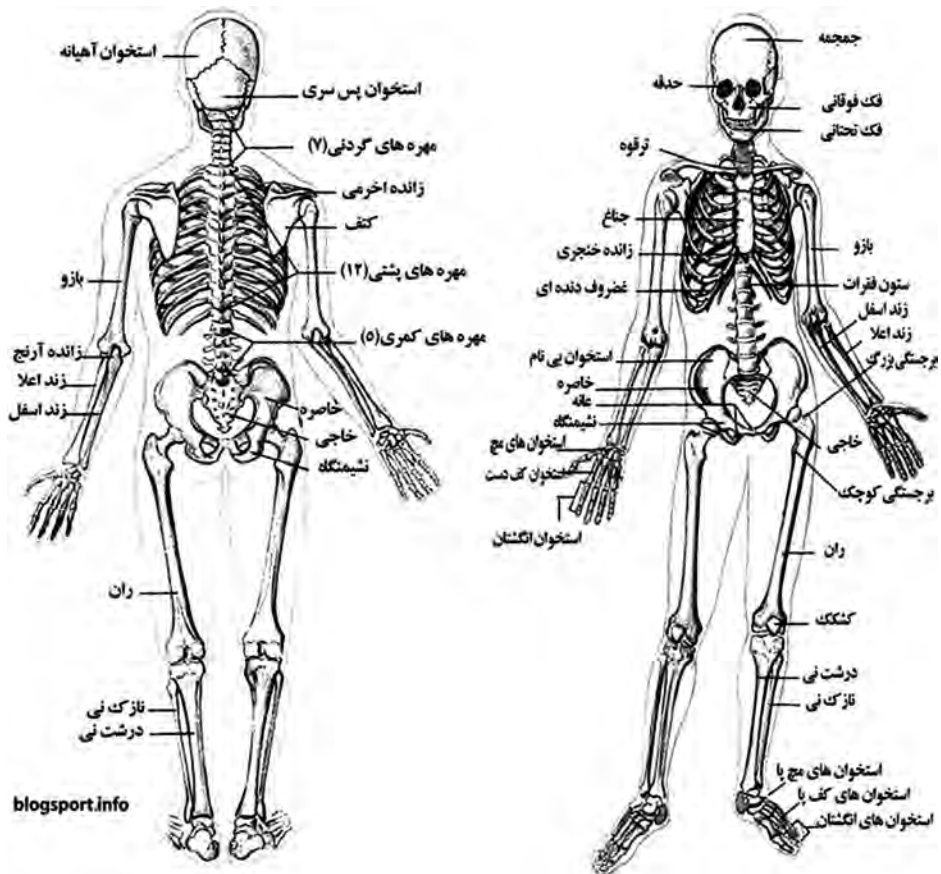
- حفاظت: حفاظت از اندام‌های درونی مانند حفاظت جمجمه از مغز و قفسه سینه از قلب و ریه.
- ساختمان: استخوان‌ها یک داربست را درست می‌کنند که به کل بدن یک شکل ثابت می‌دهد.
- حرکت: استخوان‌ها با کمک عضلات، تاندون‌ها، رباط‌ها و مفاصل سیستم حرکتی بدن را می‌سازند و موجب حرکت بدن و حرکت اشیاء توسط بدن می‌شوند.

■ انتقال صوت: این انتقال در استخوانچه‌های گوش میانی صورت می‌گیرد.

فراوان‌ترین ترکیبات مورد نیاز برای ساخته شدن استخوان‌ها نمک‌های کلسیم (Calsium salt) و ماتریکس ساختمانی (ماده بنیادی) (Organic matrix) است. کلسیم فراوان‌ترین ماده معدنی موجود در بدن انسان است. و به عنوان یک ماده شیمیایی برای حفظ ضربان طبیعی، تحریکات منظم عصبی و انقباض عضلانی ضروری است. منیزیم، سدیم و پتاسیم نیز از دیگر مواد معدنی موجود در بدن به شمار می‌روند. ماده بنیادی یک ساختار (چهارچوب) زنده است. این ماده، شبکه پیچیده‌ای از تارهای کلاژنی (Collagen fibers) نیمه انعطاف‌پذیر است که از زنجیره‌های مولکول‌های پروتئینی ساخته شده است. خطوط مشبک تارهای کلاژنی، در عین حال که انعطاف‌پذیرند، باعث شکل‌گیری آن نیز می‌شوند.

مجموعه‌ای از صفحات پهن و نازکی که در واقع همان نمک‌های سدیم می‌باشند روی خطوط مشبک تارهای کلاژنی را می‌پوشانند. درست به صورتی که با قرار گرفتن آجرها در کنار و روی یکدیگر دیوارهای خانه ساخته می‌شود، کلسیم نیز لایه‌های زنده ساختار کلاژنی را به هم متصل کرده و پیوند می‌دهد. کلسیم ماده سختی است که باعث ایجاد قدرت و استحکام ساختمان کلاژن می‌شود. ماده بنیادی به استخوان اجازه می‌دهد تا بدون اینکه بشکند به آرامی خم شود. به عبارت دیگر، ماده بنیادی سبب انعطاف‌پذیری استخوان می‌شود که این انعطاف‌پذیری را استحکام یا نیروی کششی (Tensile strength) می‌نامند.

کلسیم سبب توانایی (مقاومت) استخوان در مقابل نیروهای فشاری (Compressive forces) می‌شود بدون اینکه باعث شکستگی آن شود. بنابراین یک فرد سالم و فعال باید ترکیبات مناسبی از تارهای کلاژنی و کلسیم داشته باشد تا بتواند در برابر نیروی وزن بدن خودش زمانی که ایستاده است و همچنین در برابر ضربات و فشارهای مکرری که به هنگام حرکت بر بدنش وارد می‌شود، مقاومت کند.



blogsport.info

## پاسخ پرسش ها و فعالیت های تکمیلی

- ۱ استخوان کاملاً خم می شود و استحکام خود را از دست داده است.
- ۲ استخوان موجود در آب (نمونه شاهد) کاملاً محکم است و نمی توان آن را خم کرد.

## روزنه های هوایی در برگ ها

### اهداف

- ۱ پی بردن به وجود روزنه هوایی در برگ ها بدون کمک میکروسکوپ
  - ۲ مقایسه تعداد و تراکم روزنه های هوایی در سطح رویی و زیرین یک برگ
- پیش بینی نتیجه : به دلیل خروج بخار آب از محل روزنه های هوایی که سبب ایجاد لکه های صورتی رنگ در کاغذ آغشته به کلرید II کبالت می شود به وجود و تعداد روزنه هوایی در سطح برگ پی می بریم .
- نکات ایمنی و هشدار : هنگام استفاده از کاغذ کلرید II کبالت از دستکش استفاده کنید .
- نکته
- ۱ در این آزمایش از گیاهان گلدانی دو لپه ای مانند شمعدانی و حسن یوسف استفاده کنید .
  - ۲ از کاغذ کلرید II کبالت دو تکه به اندازه سطح رویی و زیرین برگ ببرید .
  - ۳ قبل از قرار دادن کاغذها در سطوح رویی و زیرین برگ آنها را شماره یا علامت گذاری کنید .
  - ۴ پس از قرار دادن کاغذها رو و زیر برگ آنها را با تکه هایی از نوار چسب کاغذی یا دو گیره کاغذی محکم کنید .

### پاسخ به پرسش ها و فعالیت های تکمیلی

- در سطح کاغذها لکه های صورتی رنگ ظاهر می شود .
- در کاغذ سطح زیرین برگ تعداد لکه های صورتی بیشتر است . زیرا تعداد و تراکم روزنه های هوایی در سطح زیرین برگ بیشتر است .
- روش کلرید کبالت**
- اساس این روش استفاده از کاغذ آغشته به کلرید کبالت است (تهیه شده با محلول ۳٪ کلرید کبالت) . این کاغذ اگر خشک باشد ، آبی رنگ است و وقتی مرطوب گردد ، صورتی رنگ می شود . هنگام آزمایش ، رنگ کاغذ ابتدا آبی است و به تدریج صورتی رنگ می شود و میزان تغییر رنگ آن معیاری برای اندازه گیری تعرق است .
- ۱ گیاهان در حالی که از طریق ریشه آب جذب می کنند از طریق اندام های هوایی مقداری از آب خود

را از دست می‌دهند. این عمل به وسیله دو مکانیزم مختلف تعرق (Transpiration) و تعریق (Guttation) انجام می‌شود که اولی اساسی‌تر بوده و در نتیجه انجام آن در اتمسفر اشیاع شده آب به صورت بخار آب خارج می‌شود. در حالی که دومی جزء مکمل پدیده اول است و مخصوصاً در اتمسفر اشیاع شده باعث دفع آب مایع از گیاه می‌شود.

## دانستنی‌های لازم برای مربی

خروج آب از قسمت‌های هوایی گیاه به صورت بخار آب تعرق نامیده می‌شود. اما تعرق انواع مختلف دارد. برگ اندام اصلی و عمده تعرق است و قسمت اعظم تعرق از میان روزنه‌های آن انجام می‌شود، لذا این نوع تعرق را تعرق روزنه‌ای می‌نامند. مقدار کمی بخار آب از برگ‌ها و ساقه‌ها به وسیله تبخیر مستقیم از طریق یاخته‌های اپیدرمی و از میان کوتیکول خیلی نازک آنها خارج می‌شود که این پدیده را تعرق کوتیکولی می‌گویند. مقدار آبی که از طریق روزنه خارج می‌شود، خیلی زیاد است. همچنین خروج بخار آب می‌تواند از طریق عدسک‌های ساقه‌های چوبی یا عدسک‌های میوه انجام شود که تعرق عدسکی نامیده می‌شود.

### تعداد و وضع روزنه‌ها

تعداد و وضع روزنه‌ها از عوامل اصلی تعرق به‌شمار می‌آید. همیشه نوعی رابطه مثبت بین تعداد روزنه‌ها و شدت تعرق وجود دارد. در بعضی گیاهان ساختار تشریحی خاص روزنه‌ها باعث کاهش شدت تعرق می‌شود. مانند کرپیت (غار) روزنه‌ای در گیاه خرزهره که فرو رفتگی‌های پر از کرک در سطح زیرین برگ هستند و روزنه‌ها در ته آنها قرار دارند.

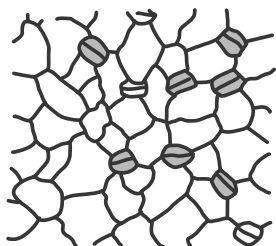
### انواع روزنه (Stoma)

روزنه با آبی است یا هوایی. روزنه‌های هوایی در بشره و یا بافت اپیدرمی گیاه وجود دارد که وسیله ارتباطی و تبادل گازها، بخارات آب و نیز شیر خام می‌باشد. روزنه هوایی در تمام پیکره گیاه به غیر از ریشه و ساقه‌های مسن که چوب پنبه‌ای شده‌اند یافت می‌شود. تعداد روزنه‌ها برحسب گونه گیاهی متفاوت است و نیز در یک گونه برحسب شرایط محیطی و یا محل استقرار آن در گیاه متغیر است. تعداد روزنه‌ها در دو سطح فوقانی و تحتانی برگ‌های افقی متفاوت می‌باشد. به دلیل وجود شرایط محیطی از قبیل نور شدید، فشار اتمسفری، گرمای بیشتر بر روی سطح برگ و در معرض خطر قرار گرفتن گیاه، تعداد روزنه‌ها در سطح تحتانی برگ بیشتر است. تعداد روزنه‌ها در برگ‌های افراشته و عمودی تقریباً برابر است و برگ‌های غوطه‌ور در آب فاقد روزنه هوایی می‌باشند. در برگ‌های شناور بر روی آب، سطح فوقانی واجد روزنه و سطح تحتانی فاقد روزنه می‌باشد.

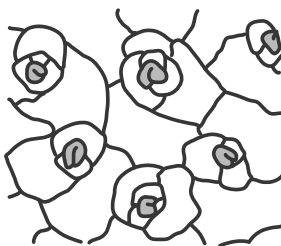


## سلول های روزنه

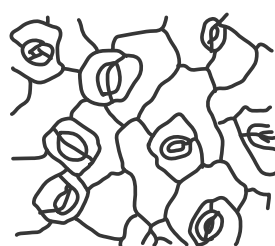
سلول های روزنه یا سلول های محافظ (Guard cells) از سلول های اپیدرمی منشأ گرفته و از آنها کوچک تر است. دارای سیتوپلاسم فراوان، هسته درشت، واجد نشاسته و کلروفیل فراوان، لویبایی شکل و دارای یک روزنه یا منفذ (Ostiole) می باشد. در واقع سلول های روزنه از نظر فیزیولوژی بسیار فعال می باشند. زیر روزنه فضای خالی وجود دارد که توسط بافت پارانشیمی احاطه می گردد که به آن اتاق زیر روزنه (Substomatal chamber) می گویند. در شرایط محیطی مرطوب سلول های روزنه در اثر جذب رطوبت متورم شده (تورژسانس) و منفذ آن باز می شود. در شرایط محیطی خشک سلول های روزنه آب خود را از دست داده و پلاسمولیز می شود که نهایتاً منجر به بسته شدن منفذ می گردد. دلیل باز و بسته شدن معکوس سلول های روزنه عدم یکنواختی ضخامت دیواره سلولی می باشد. ضخامت در دیواره های داخلی سلول های روزنه بیشتر از دیواره های خارجی آن می باشد. در برخی از گونه های گیاهی روزنه نسبت به سطح اپیدرم بیرون زدگی دارد مانند سرخس آنمیا و برخی دیگر در بشره فرو رفته می باشند همانند گونه صبرزرد و در اغلب گونه ها هم سطح با اپیدرم گیاه می باشد.



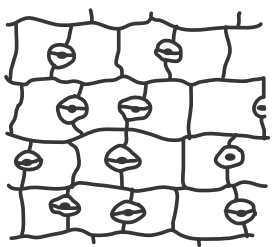
A



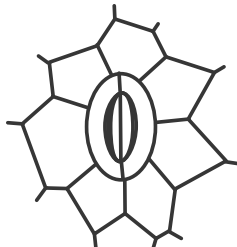
B



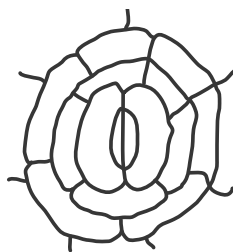
C



D



E



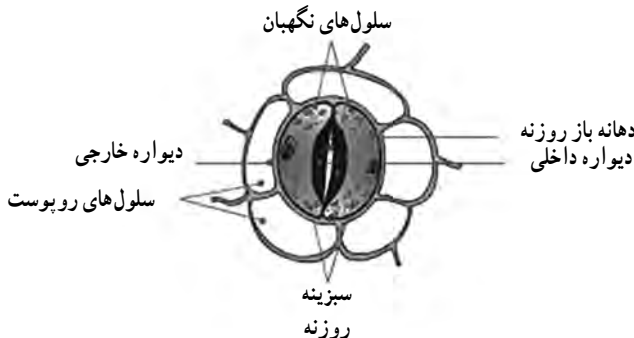
F

## سلول‌های نگهبان

روزنه‌های برگ امکان مبادله دی‌اکسیدکربن، اکسیژن و بخارآب را بین برگ و اتمسفر فراهم می‌سازند. سلول‌های نگهبان روزنه با کنترل منفذ روزنه، مبادله گازها را تنظیم می‌کند. برای مثال، هنگام تنش خشکی، منفذ را می‌بندند تا بخارآب بیش از اندازه از گیاه خارج نشود. همان‌طور که در قسمت قبلی گفته شد، باز و بسته شدن روزنه‌ها تحت تأثیر ساعت زیستی گیاه نیز قرار می‌گیرد. به طور معمول روزنه‌ها در اغلب گیاهان طی روز، باز و هنگام شب بسته می‌ماند. برعکس، در برخی از گیاهان مناطق گرمسیری و خشک، روزنه‌ها اغلب طی روز بسته‌اند و هنگام شب باز می‌شوند. در این مناطق، شدت نور خورشید و دمای محیط آن‌قدر بالاست که اگر روزنه‌ها طی روز باز بمانند، گیاه مقدار زیادی از آب پیکره خود را از دست می‌دهد و جایگزینی آن در این مناطق با دشواری زیادی همراه است.

سلول‌های نگهبان روزنه چندین متغیر محیطی و برخی پیام‌های هورمونی را درک می‌کنند و از آنها برای تعدیل زمان باز و بسته بودن منفذهای خود بهره می‌گیرند تا به این نحو گیاه بتواند تا حد امکان، آب پیکره خود را حفظ کند و دی‌اکسیدکربن مورد نیاز برای فتوسنتز را به مقدار کافی به دست آورد. برخورد نور به سطح برگ، پیام ورودی اصلی برای حرکت روزنه‌هاست. نور آبی باعث راه‌اندازی مجموعه واکنش‌های متوالی در سلول‌های نگهبان روزنه می‌شود که نتیجه آن ورود یون‌های پتاسیم به درون آنهاست. وقتی غلظت یون‌های پتاسیم در این سلول‌ها افزایش یافت، آنها مقدار زیادی آب جذب می‌کنند. نتیجه جذب آب، تغییر شکل سلول‌های نگهبان و درنهایت باز شدن روزنه است.

سلول‌های نگهبان روزنه به غلظت دی‌اکسیدکربن درون برگ نیز پاسخ می‌دهند. غلظت بالای دی‌اکسیدکربن باعث خروج یون‌ها از سلول‌های نگهبان روزنه و در نتیجه بسته شدن روزنه می‌شوند. این سلول‌ها به میزان از دست رفتن آب از برگ‌ها نیز پاسخ می‌دهند. وقتی تعرق بالا و رطوبت پایین است آنها منفذ روزنه را می‌بندند. به علاوه، سلول‌های نگهبان در پاسخ به هورمون گیاهی اسید آبسزیک بسته می‌شوند. این هورمون در پاسخ به تنش خشکی و برخی شرایط محیطی تنش‌زای دیگر ساخته می‌شود.



## پاسخ پرسش ها

- ۱ در سطح کاغذها لکه های صورتی رنگ ظاهر می شوند.
- ۲ در کاغذ سطح زیرین برگ تعداد لکه های صورتی بیشتر است، زیرا تعداد و تراکم روزنه های هوایی در سطح زیرین برگ بیشتر است.

## تقسیم رشتمان\* (میتوز) در یاخته های ریشه پیاز

۱۳

## ایمنی و هشدار

هنگام آزمایش از دستکش و عینک استفاده شود. مراقب باشید اسید با پوست بدن شما تماس پیدا نکند.

## دانستنی های لازم برای مربی

کروموزوم درون هسته سلول های یوکاریوتی حاوی DNA و پروتئین هستند. وقتی سلول در حال تقسیم نیست، کروموزوم ها به صورت رشته های باریک و درهم تنیده به نام کروماتین دیده می شوند. وقتی سلول برای تقسیم آماده می شود، هریک از رشته های نامشخص کروماتین همانند سازی می کنند و سرانجام کروموزوم های مضاعف شده را تشکیل می دهند. در جریان تقسیم سلول، کروموزوم های مضاعف شده به تدریج فشرده می شوند. در نتیجه رشته های باریک و بلند کروماتین به رشته های قطور و کوتاه تبدیل می شوند. هر کروموزوم مضاعف شده از دو نیمه همانند به نام کروماتید تشکیل شده که نسبت به هم کروماتید خواهری نامیده می شوند. در یک کروموزوم مضاعف شده، دو کروماتید خواهری در محلی به نام سانترومر به هم متصل شده اند.



یک کروموزوم مضاعف شده

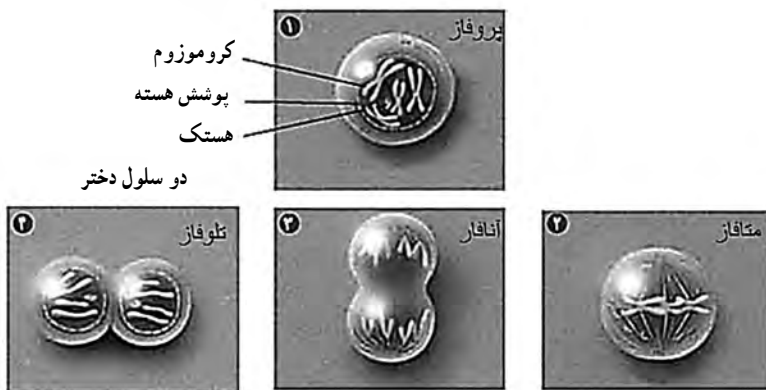


سانترومر

کروماتیدهای خواهری

کروموزوم مضاعف شده کروماتید و سانترومر

در یوکاریوت‌ها (آغازیان، قارچ‌ها، گیاهان و جانوران) برای تقسیم یاخته‌ای دو فرایند اساسی که اغلب وابسته به هم هستند، انجام می‌شود. یکی تقسیم هسته و دیگری تقسیم سیتوپلاسم سیتوکینز (سیتوکینز). حدود ۹۰٪ از زندگی سلول در مرحله‌ای به نام اینترفاز قرار دارد. در این مرحله سلول، زندگی عادی خود را می‌گذراند و در حال تقسیم شدن نیست. طی این مرحله سلول آماده تقسیم می‌شود. مرحله دوم همان مرحله‌ای است که طی آن سلول تقسیم می‌شود و در آن، تقسیم هسته (میتوز) انجام می‌شود و در اغلب موارد به دنبال تقسیم هسته، سیتوپلاسم نیز تقسیم می‌شود (سیتوکینز) و در نتیجه دو سلول جدید از تقسیم سلول اولیه حاصل می‌شود. هدف ما در این آزمایش، بررسی تقسیم میتوز در سلول است. گرچه مراحل تقسیم هسته فرایندی پیوسته است اما زیست‌شناسان برای آسانی مطالعه، آن را به چهار مرحله تقسیم‌بندی کرده‌اند.



## پروفاز

اولین و طولانی‌ترین مرحله میتوز است که طی آن کوتاه، فشرده و متراکم شدن کروموزوم‌ها، ناپدید شدن پوشش هسته، ناپدید شدن هستک و دور شدن دو جفت سانتیرویل از هم و پیدایش رشته‌های دوک بین سانتیرویل‌ها و حرکت آنها به سوی دو قطب سلول انجام می‌شود.

## متافاز

دومین مرحله میتوز است که طی آن، کروموزوم‌های دو کروماتیدی (مضاعف شده) به کمک رشته‌های دوک در وسط سلول ردیف می‌شوند. در این مرحله، کروموزوم‌ها ضخیم و کوتاه‌اند و به حداکثر فشردگی خود رسیده‌اند.

## آنافاز

مرحله‌ای که در آن با کوتاه شدن رشته‌های دوک متصل به سانترومر کروموزوم‌ها به سمت قطبین، دو

کروماتید هر کروموزوم از ناحیه سانترومر از هم جدا می‌شوند و کروموزوم‌های تک کروماتیدی به دو قطب مهاجرت می‌کنند.

### تلفاز

در ادامه جدا شدن کروماتیدها و تقسیم صحیح ژنوم همانندسازی شده در مرحله آنافاز، تلفاز آغاز می‌شود. در این مرحله، دوک متلاشی می‌شود. غشای هسته در اطراف هر گروه کروماتیدهای دختر، شکل می‌گیرد. کروموزوم‌های تک کروماتیدی، شروع به باز شدن تابیدگی‌ها می‌کنند و کاملاً کشیده می‌شوند و به صورت کروماتین تجلی می‌یابند. در این مرحله، پیدایش مجدد هستک دیده می‌شود.

### تقسیم سیتوپلاسم (سیتوکینز)

در اغلب موارد به دنبال تقسیم هسته، سیتوپلاسم نیز تقسیم می‌شود (سیتوکینز) و در نتیجه دو سلول جدید از تقسیم سلول اولیه حاصل می‌شود. سلول‌های دختر حاصل، معمولاً از نظر اندازه یکسان‌اند و کروموزوم‌هایشان درست مانند سلول مادر است. هریک از سلول‌های دختر حدود نیمی از سیتوپلاسم مادر را دریافت می‌کنند.



## پاسخ پرسش‌ها

- ۱ کلریدریک اسید باعث نرم شدن بافت گیاهی و تجزیه رشته‌های سلولزی دیواره می‌شود. اسید استیک به عنوان تثبیت کننده به کار می‌رود.
- ۲ بستگی به مرحله‌ای از تقسیم دارد که مشاهده می‌کنیم. در برخی از مراحل قابل مشاهده است.
- ۳ رسم تصویر بر اساس مشاهدات میکروسکوپی

## یاخته‌های مبارز بدن

۱۴

## ایمنی و هشدار

- ۱ با احتیاط از لانتست استریل استفاده کنید.
  - ۲ قبل از استفاده از لانتست، انگشت خود را حتماً ضد عفونی کنید
- بسیاری از بیماری‌ها مثل هپاتیت از طریق خون منتقل می‌شوند؛ بنابراین تیغه‌های استفاده شده را در ظرف حاوی الکل قرار دهید و سپس دور بیندازید.

## دانستنی‌های لازم برای مربی

طرز تهیه معرف گیمسا: یک گرم پودر گیمسا را با ۶۰ میلی لیتر گلیسرین مخلوط نموده و به مدت یک ساعت در گرم خانه در حرارت ۶۰ درجه نگهداری می‌کنیم. سپس ۶۶ سی سی الکل متیلیک ۹۷ درجه به آن اضافه می‌کنیم. این محلول به نام محلول ذخیره گیمسا است. به هنگام استفاده ۲/۵ سی سی از این محلول را با ۳ میلی لیتر الکل متیلیک مخلوط کرده و ۱۰۰ سی سی آب مقطر به آن اضافه می‌کنیم.

کاربرد : برای رنگ آمیزی گلبول های سفید (هسته به رنگ بنفش در می آید)

### یاخته های خونی سفید

یاخته های خونی، که ضمن گردش در خون، در بافت های مختلف بدن نیز پراکنده می شوند، گویچه های سفید هستند. نقش اصلی آنها، دفاع از بدن در برابر عوامل خارجی است. این یاخته ها هسته دارند.

این گویچه ها در مغز استخوان، تیموس، گره های لنفاوی و طحال تولید می شوند. گویچه های سفید کلیه اجزای یک سلول جانوری را دارند و همه نوع فعالیت های حیاتی را انجام می دهند. تعداد گلبول های سفید در هر میلی متر مکعب خون انسان به طور تقریبی حدود هفت هزار است که در مقایسه با تعداد گلبول های قرمز این مقدار بسیار کم است. گویچه های سفید به دو گروه گرانولوسیت (سیتوپلاسم متراکم و دانه دار) و آگرانولوسیت (سیتوپلاسم کم تراکم و بدون دانه) تقسیم می کنند.

طول عمر گلبول های سفید به جز مونوسیت هایی که در بافت ها به ماکروفاژ تبدیل می شوند و می توانند تا بیش از یک سال زنده بمانند، از چند ساعت تا چند هفته بیشتر نیست.

### گرانولوسیت ها

هسته چند قسمتی و سیتوپلاسم آنها دانه دار است و ۷۰ درصد از گلبول های سفید خون را تشکیل می دهند. این گویچه های سفید خاصیت بیگانه خواری دارند و به هنگام گردش در خون، باکتری ها و سایر مواد خارجی را با ایجاد پاهای کاذب و عمل فاگوسیتوز به درون خود می کشند و آنها را هضم می کنند و از بین می برند. همچنین می توانند از میان یاخته های پوششی جدار موی رگ ها عبور کرده و وارد فضای بین سلولی شوند که به این عمل گویچه های سفید دیapedz می گویند. گرانولوسیت ها به سه گروه تقسیم می شوند.



۱ نوتروفیل : این گویچه سفید، دارای هسته چند قسمتی هستند. ۱۵-۱۲ میکرومتر قطر دارند و دارای حرکات آمیبی شکل بوده و تحرک زیاد دارند. این یاخته ها به سوی ذرات خارجی حرکت و میکروب های مهاجم را می بلعند.

۲ ائوزینوفیل : این گویچه سفید، یاخته هایی کروی، با هسته اغلب

دمبلی شکل دو قسمتی و قطر ۱۲-۱۰ میکرومتر هستند. شبیه نوتروفیل ها هستند، اما نسبت به آنها قدرت



فاگوسیتوز کمتر دارند. در بیماری های انگلی افزایش می یابند چون با ترشح موادی خاص سبب نابودی بسیاری از انگل ها می شوند. از سوی دیگر در آلرژی ها با ترشح آنتی هیستامین در کاهش التهاب، نقش دارند.

۳ بازوفیل : یاخته هایی کروی، دارای هسته با دو لوب نامشخص ائوزینوفیل

هستند و ۱۲-۱۰ میکرومتر قطر دارند. این گویچه سفید در ترشح هیستامین و هپارین نقش دارند.

هیستامین گشاد کننده رگ ها بوده و هپارین به عنوان ماده ضد انعقاد خون در جلوگیری از تشکیل لخته در رگ ها مؤثر است.

## آگرانولوسیت‌ها



بازوفیل



لنفوسیت



مونوسیت

این نوع از گویچه‌های سفید، هسته نسبتاً درشت و سیتوپلاسم یکنواخت دارند و شامل لنفوسیت‌ها و مونوسیت‌ها هستند.

**لنفوسیت‌ها:** یاخته‌هایی کروی با هسته گرد، سیتوپلاسم تشکیل حلقه باریک را در اطراف هسته می‌دهد. ۸-۶ میکرومتر قطر دارند. در افراد بالغ، لنفوسیت‌ها حدود ۲۵ درصد از گویچه‌های سفید را تشکیل می‌دهند. لنفوسیت‌ها دو نوع‌اند. نوع B که در مغز استخوان تولید و بالغ می‌شوند و نوع T که پس از ساخته شدن در مغز استخوان در تیموس مراحل تکامل خود را طی می‌کنند. این نوع از گویچه‌های سفید در دفاع اختصاصی نقش دارند.

**مونوسیت‌ها:** مونوسیت‌ها دارای هسته خمیده یا لوبیایی شکل هستند و از بزرگ‌ترین سلول‌های خونی محسوب می‌شوند. ۱۵ تا ۲۵ میکرون قطر دارند. دارای حرکات آمیبی شکل بوده و در از بین بردن ذرات میکروبی نقش دارند. پس از خروج از خون و ورود به بافت به سلول‌های درشتی به نام ماکروفاژ (یاخته‌های درشتی به قطر ۸۰ میکرون) تبدیل می‌شوند.

## پاسخ‌پرسی‌ها

- ۱ گویچه‌های قرمز و سفید پس از رنگ‌آمیزی دیده می‌شوند.
- ۲ وجود یا نبود هسته در سلول
- ۳ یاخته‌های دارای هسته. هسته این سلول‌ها به رنگ بنفش قابل مشاهده است.
- ۴ به‌طور معمول، پلاکت‌ها، به دلیل آنکه قطعاتی از یاخته هستند، به راحتی مشاهده نمی‌شوند.
- ۵ خیر. شکل هسته و تراکم سیتوپلاسم در سلول‌های هسته دار (گویچه‌های سفید) متفاوت است.



## تخمیر (تنفس بی هوازی)

۱۵

هدف : پی بردن به عوامل مؤثر بر فرایند تخمیر در یاخته ها

### پیش بینی نتیجه

۱ برای انجام تخمیر یاخته ها به مواد غذایی (قند) و رطوبت، دمای مناسب نیاز دارند بنابراین شدت تخمیر در بطری شماره ۳ و ۴ بیش از سایر بطری ها انجام می شود و این مورد با تولید گاز کربن دی اکسید بیشتر مشخص می شود. بادکنک متصل به این دو بطری زودتر و بیشتر از سایر بطری ها پر می شود.

۲ در بطری شماره ۱ و شماره ۲ و شماره ۵ تخمیر انجام نمی شود و بادکنک ها به دلیل عدم تولید کربن دی اکسید باد نمی شوند.

ایمنی و هشدار : هنگام استفاده از آب ۶۰ درجه سانتی گراد مراقب باشید.  
نکته :

۱ اندازه بادکنک ها مناسب با دهانه بطری ها باشد تا اتصال محکم باشد.

۲ از بطری های آب کوچک استفاده کنید.

### پاسخ پرسش ها و فعالیت های تکمیلی

۱ گاز کربن دی اکسید

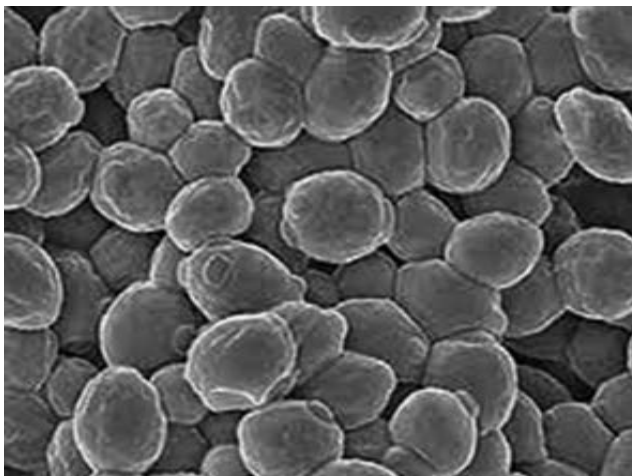
۲ بطری های ۳ و ۴، زیرا در آنها هم غذا و هم دمای مناسب برای فعالیت مخمر وجود دارد.

### دانستنی های لازم برای مربی

قارچ ها قلمرو جداگانه ای از یوکاریوت ها را تشکیل می دهند. این دسته از موجودات، همگی هتروتروف بوده، برای رشد و تکثیر به ترکیبات آلی جهت اخذ انرژی و کربن نیاز دارند. قارچ های هوازی یا بی هوازی اختیاری هستند. اکثر قارچ ها ساپروفیت هستند و در خاک و آب به سر می برند. قارچ ها مانند باکتری ها، در تجزیه مواد و گردش عناصر در طبیعت دخالت داشته و حائز اهمیت هستند.

قارچ‌ها شامل مخمرها، کپک‌ها و قارچ‌های گوشتی هستند. مخمرها، قارچ‌های تک سلولی هستند. مخمرها

مخمرها، قارچ‌های تک سلولی و فاقد ریشه بوده، به شکل کروی یا بیضوی دیده می‌شوند. این دسته از قارچ‌ها مانند کپک‌ها در طبیعت انتشار وسیع داشته و غالباً می‌توان آنها را بر روی میوه‌ها و برگ‌ها به صورت پوشش سفید پودر مانند پیدا کرد.



تصویر مخمر نان

### تولید مثل مخمرها

مخمرها معمولاً با جوانه زدن تکثیر می‌یابند. در این پدیده، جوانه بر سطح خارجی سلول مادر به وجود می‌آید و با دراز شدن آن، هسته سلول مادر تقسیم گشته، یکی از هسته‌های حاصل بدون جوانه زدن مهاجرت می‌کند. آنگاه مواد دیواره سلولی بین جوانه و سلول مادر به وجود آمده، سرانجام جوانه از سلول مادر جدا می‌شود. یک سلول مخمر ممکن است با روش جوانه زدن تا ۲۴ جوانه تولید نماید.

در برخی موارد، سلول‌های مخمر با شکاف برداشتن سلول مادر رشد می‌کنند. بدین معنی که سلول مادر دراز شده، هسته آن تقسیم شده، دو سلول به وجود می‌آید. افزایش تعداد سلول‌های مخمری بر روی محیط سفت، کلونی شبیه باکتری‌ها به وجود می‌آورد.

### رشد و فعالیت مخمرها

مخمرها قادر هستند به طریقه بی‌هوازی اختیاری، رشد نمایند. بدین معنی که از اکسیژن یا ترکیبات آلی به عنوان پذیرنده نهایی الکترون‌ها استفاده می‌کنند. در محیط واجد اکسیژن فراوان، مخمرها مواد قندی را تخمیر کرده، اتانول و دی‌اکسید کربن تولید می‌کنند.

برخی از گونه‌های مخمر مانند ساکارومایسس سروزیه را برای تهیه اتانول و دی‌اکسیدکربن جهت ورآمدن خمیر نان به کار می‌برند.

### مخمر نان

مخمر نان یا مخمر نانویی در شیرینی‌پزی و تهیه انواع نان‌ها جهت ورآمدن خمیر مورد استفاده قرار می‌گیرد. ابتدا کشت خالصی از مخمرها را در آزمایشگاه تهیه کرده، بعد آن را در مقیاس بزرگ تهیه نموده، سرانجام آن را در بشکه‌های بزرگ وارد می‌کنند. در جریان این مراحل، توجه زیادی باید به کار رود تا از بروز آلودگی جلوگیری شود.



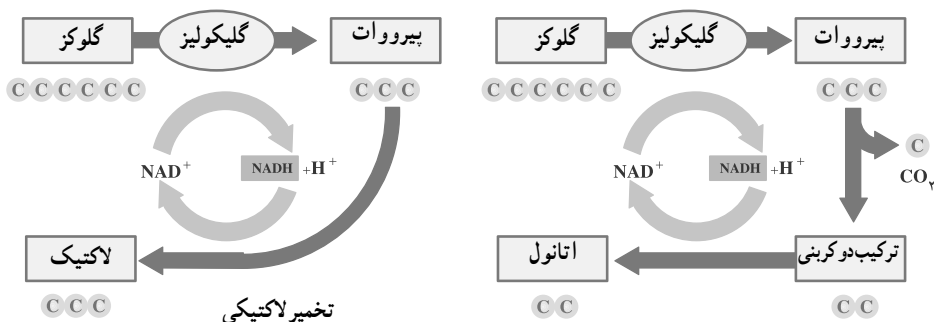
خمیر مایه یا مخمر نان یک قارچ میکروسکوپی است. در طبیعت در همه جا یافت می‌شود و قادرست قندها را به الکل و گاز دی‌اکسیدکربن و ترکیبات معطر تبدیل کند. مخمر شرایط اسیدی را برای تخمیر ترجیح می‌دهد و pH بین ۴ الی ۶ برای فعالیت آن ایده‌آل است. در خارج از محدوده مذکور، فعالیت مخمر به مقدار قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد. مواد نگهدارنده مانند ترکیبات بازدارنده رشد کپک به قدرت مخمر برای تولید گاز آسیب وارد می‌نماید. درجه حرارت صحیح برای نگهداری مخمر و حفظ فعالیت آن بسیار حائز اهمیت است.

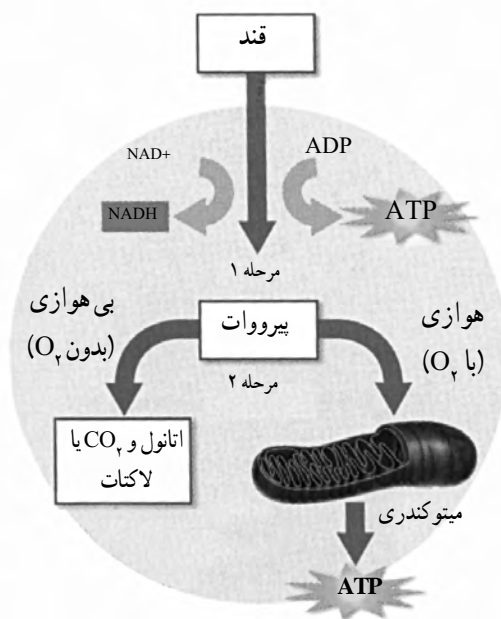


درجه حرارت‌های خیلی سرد یعنی صفر درجه سانتی‌گراد و یا کمتر لزوماً مخمر را نمی‌کشد. در حقیقت مخمر می‌تواند منجمد شود و زنده بماند اما انجماد غیر صحیح می‌تواند سلول‌های مخمر را تخمیر نماید که در این صورت توانایی تخمیر را از دست می‌دهد. مخمر برای فعالیت و تخمیر به محیط گرم نیاز دارد، بنابراین درجه حرارت خمیر می‌بایست کنترل شود. درجه حرارت مناسب برای فعالیت مخمر بین ۲۴-۲۷ درجه سانتی‌گراد است که در این صورت حداکثر گاز را در مرحله تخمیر نهایی تولید می‌نماید. در شرایط مرطوب تخمیر نهایی که رطوبت نسبی هوا ۸۵ درصد است، درجه حرارت مطلوب ۳۷ درجه سانتی‌گراد است و تخمیر در بیشترین سرعت انجام می‌پذیرد. درجه حرارت بالاتر از ۴۲ درجه سانتی‌گراد باعث می‌شود از فعالیت مخمر کم گردد و در درجه حرارت بالاتر از ۵۰ درجه سانتی‌گراد کاملاً غیر فعال گردد.

### تخمیر (تنفس بی‌هوازی)

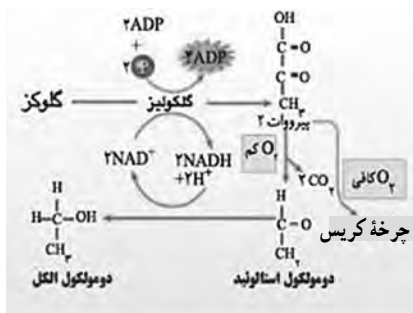
تخمیر پدیده‌ای است ناشی از مجموعه فعالیت‌های زیستی که در آن ترکیبات آلی دارای مولکول‌های بزرگ به ترکیبات دارای مولکول‌های کوچک‌تر و ساده‌تر شکسته و تجزیه (کاتابولیسم) شده از فرایند آن علاوه بر ایجاد ترکیبات آلی ساده‌تر، دی‌اکسیدکربن و انرژی نیز آزاد می‌گردد. با بیان دیگر تخمیر تجزیه ناقص بعضی از متابولیت‌ها (ترکیبات آلی) به ترکیبات ساده‌تر همراه با انرژی توسط عامل تخمیری است. در گیاهان تخمیر بیولوژیکی تنها تخمیر الکلی نبوده، ممکن است با کمی تخمیر لاکتیک نیز همراه باشد، برخی از سازواره‌های حیاتی (میکروارگانیسم‌ها) مانند قارچ‌های میکروسکوپی نیز قادر به تخمیرهایی مانند تخمیرهای سیتریک و اکسالیک روی قندهای شش کربنی (هگزوزها) و تخمیر استیک روی الکل اتیلیک و غیره هستند. باکتری‌ها عامل انواع دیگری از تخمیر در طبیعت هستند. تخمیر بوتیریک سلولز لاشه برگ‌ها و تجزیه آنها که سبب افزایش ترکیبات آلی خاک می‌شود و همچنین تخمیرهای تعفنی مواد آلی توسط باکتری‌ها صورت می‌گیرد.





## تخمیر الکلی

پاستور اولین کسی است که نقش مخمرهای الکلی را نشان داد. بهترین مثال مخمرها، مخمرهای خمیرترش یا مخمر نانواپی است. اگر این مخمرها در محیط کشت گلوکز و در حضور اکسیژن کافی قرار گیرند، به شدت تقسیم شده، اکسیژن جذب کرده، دی اکسیدکربن آزاد می سازند. بیشترین سرعت واکنش های ناشی از تنفس و شدت اکسیداسیون گلوکز این مخمرها که از گروه آسکومیسست هستند هنگامی است که تنفس هوازی دارند اگر این مخمرها در داخل یک ظرف در بسته کشت داده شوند پس از مصرف اکسیژن محدود و معین داخل ظرف و آزاد ساختن گازکربنیک دیگر قادر به تنفس عادی نبوده، شروع به تخمیر باقی مانده مواد می کنند. آغاز تخمیر ایجاد اکسیدکربن همراه با اتانول است و بوی اتانول در این هنگام وقوع عمل تخمیر را در محیط کشت معلوم می کند.



### فرایند تخمیر الکلی

انرژی آزاد شده از مقدار معینی مواد قندی مانند یک گرم گلوکز محلول، در حدود ۲۱ بار کمتر از حالت تنفس عادی (هوازی است) انرژی حاصل از پدیده تخمیر بیشتر به صورت حرارت تلف می‌شود. محیط در حال تخمیر نسبت به محیطی که در آن تنفس عادی صورت می‌گیرد بسیار گرم‌تر است. تخمیر الکلی تحت اثر مجموعه درهمی از آنزیم‌های درون سلولی به نام (زیماز) صورت می‌گیرد.

مجموعه آنزیمی هنگامی که مخمرهای آن زنده باشند بیشترین اثر تخمیری را دارند. بازده تخمیری آنزیم‌ها در خارج از سلول بسیار ضعیف‌تر از آنزیم‌های داخل سلول زنده است. بین اثر طبیعی آنزیم‌ها، نیروی زیستی و ساختار سلولی مخمرها بستگی‌هایی وجود دارد و به اصطلاح تخمیر پدیده‌ای درون سلولی است و آنزیم‌های استخراج شده از مخمرها در خارج از سلول بخش مهمی از قدرت تخمیری خود را از دست می‌دهند.

### شدت تخمیر و اندازه‌گیری آن

شدت تخمیر را با قرار دادن دارای ذخیره قندی مانند دانه‌ها، غده‌ها و یا میوه‌ها در یک محیط فاقد اکسیژن و دارای ازت می‌توان به دقت اندازه گرفت و برای این سنجش از روش اندازه‌گیری دی‌اکسیدکربن آزاد شده نیز می‌توان استفاده کرد. ولی چون واکنش‌های دیگر هم‌زمان با تخمیر می‌توانند  $2\text{CO}$  متصاعد کنند این روش ممکن است دقیق نباشد. بنابراین اندازه‌گیری مقدار الکل تولید شده از تخمیر معمولاً بهتر می‌تواند معرف و تعیین‌کننده شدت تخمیر باشد. مقدار الکل حاصل از تخمیر در واحد زمان در یک ترکیب قندی تقریباً معادل همان نسبتی است که از اندازه‌گیری شدت تنفس به دست می‌آید.

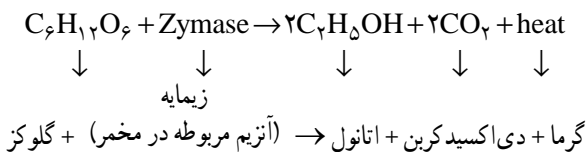
## ساز و کار تخمیر

ساز و کار تخمیر الکلی تقریباً مشابه ساز و کار (مکانیسم) تنفس عادی است و در بیشتر پیامدهای واکنشی، همانند هم هستند. برای مطالعه مکانیسم تخمیر، به واکنش‌های تخمیر الکلی می‌پردازیم. تخمیر الکلی فقط روی گلوکیدها صورت گرفته، خود شامل دو مرحله است:

– مرحله اول انتهای پیامدهای واکنشی که حالت زنجیره‌ای دارند، همان مسیر EMP یا گلیکولیز است که به تشکیل اسید پیروویک ختم می‌شود.

– مرحله دوم با تجزیه اسید پیروویک که خود سرآغاز پیامدهای واکنشی جداگانه‌ای است که به هیچ وجه ادامه یا بخشی از مسیر گلیکولیز نیست شروع می‌شود. اسید پیروویک با آنکه در آخر مسیر گلیکولیز و پایان تمام پیامدهای زنجیره‌ای آن مانند هگزوزها، تری اوزها و همه اوزهای شکسته و تخریب یافته قرار دارد خود از گلوکیدها به شمار نمی‌آید.

شروع تخمیر الکلی از راه گلیکولیز با استالوئید است. استالوئید را می‌توان به وسیله سولفیت سدیم از عصاره‌های تخمیری به صورت بی‌سولفیت جدا و استخراج نمود. در تخمیر الکلی به ازای مصرف هر مول گلوکز دو مول  $2\text{NADPH}$  و دو مول ATP و دو مول اسید پیروویک حاصل می‌شود. در دومین مرحله تخمیر که تبدیل اسید پیروویک به الکل اتیلیک است  $2\text{NADH}$  حاصل از مسیر گلیکولیز مصرف و تبدیل شده، از تمام واکنش‌ها فقط دو مول ATP که حاصل از فسفریلاسیون‌های وابسته به متابولیت‌های این مرحله است باقی خواهد ماند. بازده نظری تخمیر در حدود ۴۴٪ و کمی بیش از بازده تنفس است. تجزیه گلوکز در واکنش‌های تخمیری ناقص بوده از آن فقط ۲ مول ATP حاصل می‌شود. در فرایندهای تنفس تجزیه گلوکز به طور کامل صورت گرفته، ۳۶ مول ATP از آن نتیجه می‌شود.



۱۴۷ کیلوکالری انرژی + ۴۸۹ گرم دی‌اکسید کربن + ۵۱۱ گرم اتانول  $\rightarrow$  ۱۰۰۰ گرم گلوکز

## نیروی بین ذرات

۱۶

### هدف

- ۱ جلب توجه دانش آموزان به عظمت خلقت و نگاه دقیق به محیط اطراف
- ۲ استفاده از خاصیت موئینگی برای توضیح نیروی واندروالسی و هیدروژنی
- ۳ بررسی خواص ویژه آب (کشش سطحی)
- ۴ جمع آوری داده و گرفتن میانگین همچنین تجزیه و تحلیل داده‌ها جهت مقایسه میزان بالا رفتن مایع در لوله موئین

### توصیه‌ها

لوله موئین را باید به‌طور مستقیم وارد محلول کرد و اجازه داد تا محلول تا حد امکان در لوله بالا برود (ویسکوزیته گلیسرین بسیار بالا است و مدت زمان بیشتری طول می‌کشد تا در لوله بالا برود). هدف از تکرار: اشاره به وجود خطا در انجام آزمایش و کم شدن آن در اثر تکرار. همچنین دانش آموزان با گرفتن میانگین و تجزیه و تحلیل نتایج براساس آن آشنا شوند. جهت خالی شدن لوله موئین از مایع، کافی است لبه آن را به دستمال کاغذی بزنید و دوباره لوله را برای همان منظور استفاده کنید. پیشنهاد می‌شود از آب، گلیسرین و استن برای مقایسه طبق گزارش کار استفاده شود. اتانول با وجود داشتن پیوند هیدروژنی، کشش سطحی کمتری از استن دارد و میزان بالا رفتن آن در لوله موئین نیز از استن کمتر است که توجه آن برای دانش آموز پایه دهم مشکل است (به نکات تکمیلی (دانستنی‌های مری) مراجعه شود).

### جواب مورد انتظار

ارتفاع آب در لوله از ارتفاع گلیسرین و گلیسرین از استن بیشتر است. لوله اگر موئین نباشد بالا رفتن به خوبی انجام نمی‌شود. لوله موئین به دستمال بزنند همه خارج می‌شود. نمونه کاربردی فتیله چراغ الکلی و بالا رفتن مواد از ریشه به اندام‌های درخت است.



## آزمایش تکمیلی

آزمایش های نمایشی مولکول ها دست در دست هم و یا آزمایش نمایشی پرده از آب در صفحات ۴۳ و ۴۴ نیز در همین راستا است. در صورت تمایل، آزمایش زیر را نیز می توان انجام داد :

سکه ۱۰۰ تومانی را با مایع ظرفشویی و آب خوب شست و شو داده و خشک کنید.

سکه را داخل ظرف پتری تمیز قرار دهید.

با استفاده از قطره چکان، تا زمانی که قطرات روی سکه باقی بماند، قطره قطره آب به سکه اضافه کنید.

تعداد قطراتی که به سکه اضافه کرده اید و روی هم قرار گرفتند را در جدول داده ها یادداشت کنید.

سکه را خشک کنید و مراحل قبل را ۳ بار تکرار کنید.

همین آزمایش را با استن، گلیسرین و مایع شوینده رقیق تکرار کنید و جدول را کامل کنید.

| تعداد قطره ها در سری ۱ | تعداد قطره ها در سری ۲ | تعداد قطره ها در سری ۳ | میانگین تعداد قطره ها |
|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|
| آب                     |                        |                        |                       |
| استن                   |                        |                        |                       |
| گلیسرین                |                        |                        |                       |
| شوینده رقیق            |                        |                        |                       |

## نکات (دانستنی های لازم برای مربی)

از این آزمایش می توان استفاده کرد و توجه دانش آموزان را به عظمت آفرینش هستی جلب کرد. مثال های زیر نمونه هایی از نیروهای بین ذرات را شرح می دهند.

۱ شاهکار خالق هستی در آفرینش مارمولک، مگس و عنکبوت :

مارمولک ها قادر هستند بر روی یک سطح برخلاف نیروی گرانش زمین بالا بروند. این سطح می تواند صاف یا نا هموار، خشک یا مرطوب، کثیف یا تمیز باشد.

۲ شاهکار خالق هستی در آفرینش نیلوفر آبی :

نیلوفر آبی در آب گل آلود می روید؛ و برگ های آن، پس از بیرون آمدن چند متر بالاتر از سطح آب قرار

می‌گیرد. برگ نیلوفر آبی نمادی از خلوص و پاکی می‌باشد، به علت آنکه خواص خودتمیز شونده دارد. قطرات شبنم از سطح برگ آب می‌غلند و غبارها را با خود می‌برد. با این حال تمیزی دائمی این برگ‌ها به علت حفراتی با ابعاد میکرو و نانومتری در سطح آن می‌باشد و چسبندگی را به کمترین میزان می‌رساند که به برگ قابلیت غبارروبی با قطرات آب را می‌دهد. سطح برگ نیلوفر آبی خاصیت آب‌گریزی دارد.

### ۳ زنده ماندن سوسک در بیابان‌های شنی و گرم :

در صحرای بسیار گرم و خشک نامیب نوعی سوسک وجود دارد از طریق سطح نانو آب دوست پشت خود، از تنها منبع رطوبت، مه‌های غلیظ صبحگاهی، آب مورد نیاز خود را فراهم می‌کند. سوسک به شکلی که سرش رو به پایین و پشتش رو به بالا باشد ۴۵ درجه می‌نشیند و خود را در مقابل باد مه‌آلود قرار می‌دهد. آب پشت این سوسک انباشته شده، سپس از بدنش سرازیر می‌شود.

### مقایسه کشش سطحی با استفاده از خاصیت موینگی

با وارد کردن لوله در ظرف آب، آب در لوله بالا می‌رود. علت بالا رفتن آب در لوله وجود پیوند هیدروژنی بین سیلیس موجود در شیشه و آب است. این پیوند از پیوند هیدروژنی بین آب - آب بیشتر است. (نیروی دگر چسبی بیشتر از هم چسبی است).

خاصیت موینگی به توانایی یک ماده در مکش ماده دیگر و بالا رفتن ماده دوم گفته می‌شود.

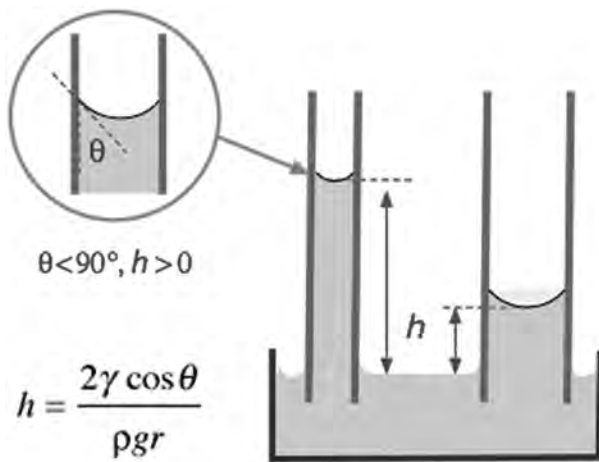
میزان بالا رفتن مایع در لوله با کشش سطحی رابطه مستقیم دارد :



هم چسبی (پیوستگی)



دگر چسبی (چسبندگی)



$$\theta < 90^\circ, h > 0$$

$$h = \frac{2\gamma \cos \theta}{\rho g r}$$

$h$  = ارتفاع مایع در لوله موئین (cm)

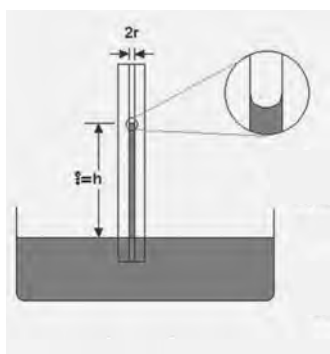
$\gamma$  = کشش سطحی مایع (dyne/cm)

$\theta$  = زاویه تماس (radians)

$\rho$  = چگالی مایع ( $\text{g/cm}^3$ )

$g$  = شتاب جاذبه زمین ( $\text{cm/s}^2$ )

$r$  = radius of tube (cm)



۲۰ درجه سلسیوس

چگالی آب =  $998/^\circ\text{C}$  گرم بر سانتی متر

کشش سطحی آب =  $72/75 \text{ dyn/cm}$

$h=?$

چگالی گلیسرین =  $1/257^\circ\text{C}$  گرم بر سانتی متر مکعب

کشش سطحی گلیسرین =  $63/0 \text{ dyn/cm}$

$h=?$

چگالی استن =  $786/^\circ\text{C}$  گرم بر سانتی متر مکعب

کشش سطحی استن =  $23 \text{ dyn/cm}$

$h=?$

زاویه را صفر فرض می کنیم. مقدار  $g$  برابر  $980/665$  سانتی متر بر ثانیه به توان دو است. در صورتی

آب دی یونیزه داشته باشیم  $2/97$  سانتی متر، گلیسرین خالص  $2/4$  سانتی متر و استون  $1/19$  سانتی متر در

لوله موئین با قطر ۱ میلی متر از سطح آب بالاتر ( $h$ ) می رود.



از خاصیت موینگی برای محاسبه کشش سطحی نیز استفاده می شود. برای نمونه استالگومتر (stalagmometer) لوله کاپیلاری (که در قسمت وسط بزرگ) است و مدل های متفاوتی از آن وجود دارد مانند شکل روبه رو. استالگومتر را از آب مقطر پر می کنند و سپس با خالی کردن آن، تعداد قطره هایی که در این شیشه جا می شود را می شمارند. سپس استالگومتر را کاملاً تمیز و خشک می کنند و با ماده دیگر (برای نمونه محلول غلظت های متفاوت سدیم کلرید) پر کرده و جدول زیر را کامل می کنند. با مقایسه تعداد قطرات آب و نمونه و با داشتن کشش سطحی آب در آن دما، کشش سطحی ماده مورد نظر محاسبه می شود.

پیشنهاد می شود از آب، گلیسرین و استن برای مقایسه طبق گزارش کار استفاده شود. اتانول با وجود داشتن پیوند هیدروژنی، کشش سطحی کمتری از استن دارد و میزان بالا رفتن آن در لوله موئن نیز از استن کمتر است.

## پاسخ پرسش ها

- ۱ با توجه به میزان بالا رفتن هر حلال در لوله موئن می توان نتیجه گرفت : نیروی بین مولکول های آب بیشتر از استن – شیشه است.
- ۲ کشش سطحی آب بیشتر از گلیسرین و در گلیسرین بیشتر از استن است.

## ید در نمک خوراکی

۱۷

### هدف

- ۱ نشان دادن تغییر خواص اتم در هنگام تبدیل شدن به یک ترکیب
- ۲ اهمیت ید در بدن
- ۳ توجه به نگهداری موادی که به راحتی تغییر شیمیایی می دهند
- ۴ انجام واکنش های شیمیایی و تجزیه و تحلیل نتایج آن

## توصیه‌ها

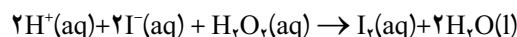
۱ به نوع ترکیب یددار در نمک مورد استفاده در آزمایش خود توجه کنید. در بسیاری از کشورها به نمک خوراکی پتاسیم یدید اضافه می‌شود. اما در ایران بیشتر نمک‌ها دارای پتاسیم یدات است.

۲ برای نشان دادن وجود یون یدات در نمک خود، بهتر است آزمایش قسمت «ب» را علاوه بر نمک دارای ید، با نمک NaCl موجود در آزمایشگاه (سدیم کلرید بدون ترکیب یددار) هم زمان انجام دهید تا با مشاهده شاهد و مقایسه آن با نمونه نمک یددار تغییرات بهتر مشخص شود. توجه داشته باشید پتاسیم یدید مورد استفاده را چک کنید که تجزیه نشده باشد. محلول ۱۰ درصد آن را تازه تهیه کنید و در شیشه تیره در جای تاریک نگهداری کنید.

در مرحله «پ» در صورتی که نمک دارای پتاسیم یدید باشد سریع تر تجزیه شده و تولید عنصر ید می‌کند. با گذاشتن نمک یددار در معرض نور خورشید و گرما، ترکیب یددار به عنصر ید تبدیل می‌شود. برای جلوگیری از تصعید ید تولید شده درب ظرف را بسته نگه دارید تا بتوانید وجود عنصر ید را با چسب نشاسته ثابت کنید. از آنجایی که پتاسیم یدات سخت تر تجزیه می‌شود. نمک خوراکی که به مدت طولانی در حرارت بالا یا مجاورت نور خورشید قرار داشته باشد دارای عنصر  $I_2$  است و با چسب نشاسته آبی رنگ می‌شود. در حالی که نمک در محیط مناسب نگهداری شود با چسب نشاسته جواب منفی است.

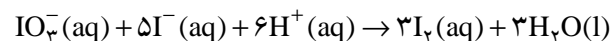
## جواب‌های مورد انتظار

الف) نمک خوراکی که دارای پتاسیم یدید است در این واکنش ید تولید کرده که چسب نشاسته را آبی می‌کند:



اکسیژن در  $H_2O_2$  الکترون می‌گیرد و  $I^-$  الکترون از دست می‌دهد.

ب) نمک خوراکی که دارای پتاسیم یدات است در این واکنش تولید ید کرده چسب نشاسته را آبی می‌کند:



یون یدید در KI الکترون داده و یون  $IO_3^-$  الکترون می‌گیرد (عدد اکسایش ید در  $IO_3^-$  برابر ۵+ است). بنابراین اضافه کردن اسید (سرکه) به نمک یددار تولید ید نمی‌کند چون برای تبدیل ید با عدد اکسایش

$IO_3^-$  + ۵) به عنصر ید با عدد اکسایش صفر نیاز به یک ذره الکترون دهنده است. به همین دلیل برای انجام واکنش به مخلوط محلول ۱۰ درصد پتاسیم یدید اضافه می‌کنید.

در قسمت «پ» نمک یددار که در آفتاب و گرما قرار داده شده است دارای عنصر  $I_2$  است که با چسب نشاسته آبی رنگ می‌شود. در حالی که نمک در محیط مناسب نگهداری شده است، با چسب نشاسته جواب منفی می‌دهد.

## آزمایش تکمیلی

اندازه‌گیری مقدار ید در نمونه نمک

وسایل و مواد: بشر  $250^\circ$  میلی‌لیتری، استوانه مدرج پنجاه میلی‌لیتری، پیت پنج میلی‌لیتری، بورت، ترازو و بالن حجمی ( $250^\circ$  و  $100^\circ$  میلی‌لیتری)

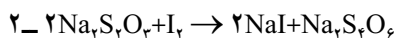
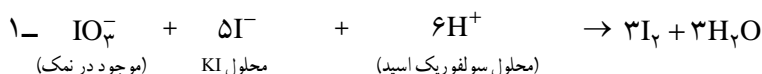
محلول  $5\%$  مول بر لیتر  $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$  با جرم مولی ۲۴۸ گرم بر میلی‌لیتر ( $1/24$  گرم از نمک سدیم تیوسولفات پنج آب را در یک لیتر آب حل کنید)؛ محلول ۴ مول بر لیتر سولفوریک اسید، محلول  $10^\circ$  درصد پتاسیم یدید KI ( $10^\circ$  گرم KI در  $100^\circ$  میلی‌لیتر محلول)، چسب نشاسته (نشاسته را در آب سرد حل کرده و سپس آب گرم اضافه کنید)، محلول سیر شده سدیم کلرید.

### روش کار

$50^\circ$  گرم نمک خوراکی را در آب حل کرده و سپس در بالن حجمی  $250^\circ$  میلی‌لیتری به حجم برسانید.  $50^\circ$  میلی‌لیتر از محلول فوق را به ارلن منتقل کنید. ۱ میلی‌لیتر محلول سولفوریک اسید ۴ مول بر لیتر به آن اضافه کنید. ۵ میلی‌لیتر محلول پتاسیم یدید  $10^\circ$  درصد به محلول ارلن اضافه کنید. تغییر رنگ را یادداشت کنید. ده دقیقه درب ظرف را بسته و در محیط تاریک نگهدارید.

بورت  $50^\circ$  میلی‌لیتری را از محلول  $5\%$  مولار سدیم تیوسولفات پر کنید. محلول داخل ارلن را با سدیم تیوسولفات تیترو کنید تا رنگ زرد روشن تولید شود.

۲ میلی‌لیتر چسب نشاسته به بشر اضافه کنید. رنگ سریع آبی می‌شود. تیترو کردن را ادامه دهید تا رنگ آبی از بین برود.



واکنش‌های انجام شده:

جمع واکنش‌های فوق بعد از انجام واکنش، با توجه به حجم سدیم تیوسولفات مصرفی و جدول صفحه بعد، مقدار ید در نمک را محاسبه کنید.

| تیوسولفات<br>(ml) | یدید<br>(ppm) | Volume<br>Thiosulfate<br>(ml) | Iodine<br>(ppm) | Volume<br>Thiosulfate<br>(ml) | Iodine<br>(ppm) | Volume<br>Thiosulfate<br>(ml) | Iodine<br>(ppm) | Volume<br>Thiosulfate<br>(ml) | Iodine<br>(ppm) | Volume<br>Thiosulfate<br>(ml) | Iodine<br>(ppm) |
|-------------------|---------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|-----------------|
| ۰/۱               | ۱/۱           | ۲/۰                           | ۲۱/۲            | ۳/۹                           | ۴۱/۳            | ۵/۸                           | ۶۱/۵            | ۷/۷                           | ۸۱/۶            | ۹/۶                           | ۱۰۱/۸           |
| ۰/۲               | ۲/۱           | ۲/۱                           | ۲۲/۲            | ۴/۰                           | ۴۲/۴            | ۵/۹                           | ۶۲/۵            | ۷/۸                           | ۸۲/۷            | ۹/۷                           | ۱۰۲/۸           |
| ۰/۳               | ۳/۲           | ۲/۲                           | ۲۳/۳            | ۴/۱                           | ۴۳/۵            | ۶/۰                           | ۶۳/۶            | ۷/۹                           | ۸۳/۴            | ۹/۸                           | ۱۰۳/۹           |
| ۰/۴               | ۴/۲           | ۲/۳                           | ۲۴/۴            | ۴/۲                           | ۴۴/۵            | ۶/۱                           | ۶۴/۷            | ۸/۰                           | ۸۴/۸            | ۹/۹                           | ۱۰۴/۹           |
| ۰/۵               | ۵/۳           | ۲/۴                           | ۲۵/۴            | ۴/۳                           | ۴۵/۶            | ۶/۲                           | ۶۵/۷            | ۸/۱                           | ۸۵/۹            | ۱۰/۰                          | ۱۰۶/۰           |
| ۰/۶               | ۶/۴           | ۲/۵                           | ۲۶/۵            | ۴/۴                           | ۴۶/۴            | ۶/۳                           | ۶۶/۸            | ۸/۲                           | ۸۶/۹            | ۱۰/۱                          | ۱۰۷/۱           |
| ۰/۷               | ۷/۴           | ۲/۶                           | ۲۷/۶            | ۴/۵                           | ۴۷/۷            | ۶/۴                           | ۶۷/۸            | ۸/۳                           | ۸۸/۰            | ۱۰/۲                          | ۱۰۸/۱           |
| ۰/۸               | ۸/۵           | ۲/۷                           | ۲۸/۶            | ۴/۶                           | ۴۸/۸            | ۶/۵                           | ۶۸/۹            | ۸/۴                           | ۸۹/۰            | ۱۰/۳                          | ۱۰۹/۲           |
| ۰/۹               | ۹/۴           | ۲/۸                           | ۲۹/۷            | ۴/۷                           | ۴۹/۸            | ۶/۶                           | ۷۰/۰            | ۸/۵                           | ۹۰/۱            | ۱۰/۴                          | ۱۱۰/۳           |
| ۱/۰               | ۱۰/۶          | ۲/۹                           | ۳۰/۷            | ۴/۸                           | ۵۰/۹            | ۶/۷                           | ۷۱/۰            | ۸/۶                           | ۹۱/۲            | ۱۰/۵                          | ۱۱۱/۳           |
| ۱/۱               | ۱۱/۷          | ۳/۰                           | ۳۱/۸            | ۴/۹                           | ۵۱/۹            | ۶/۸                           | ۷۲/۱            | ۸/۷                           | ۹۲/۲            | ۱۰/۶                          | ۱۱۲/۴           |
| ۱/۲               | ۱۲/۲          | ۳/۱                           | ۳۲/۹            | ۵/۰                           | ۵۳/۰            | ۶/۹                           | ۷۳/۱            | ۸/۸                           | ۹۳/۳            | ۱۰/۷                          | ۱۱۳/۴           |
| ۱/۳               | ۱۳/۸          | ۳/۲                           | ۳۳/۹            | ۵/۱                           | ۵۴/۱            | ۷/۰                           | ۷۴/۲            | ۸/۹                           | ۹۴/۳            | ۱۰/۸                          | ۱۱۴/۵           |
| ۱/۴               | ۱۴/۸          | ۳/۳                           | ۳۵/۰            | ۵/۲                           | ۵۵/۱            | ۷/۱                           | ۷۵/۳            | ۹/۰                           | ۹۵/۴            | ۱۰/۹                          | ۱۱۵/۵           |
| ۱/۵               | ۱۵/۹          | ۳/۴                           | ۳۶/۰            | ۵/۳                           | ۵۶/۲            | ۷/۲                           | ۷۶/۳            | ۹/۱                           | ۹۶/۵            | ۱۱/۰                          | ۱۱۶/۶           |
| ۱/۶               | ۱۷/۰          | ۳/۵                           | ۳۷/۱            | ۵/۴                           | ۵۷/۲            | ۷/۳                           | ۷۷/۴            | ۹/۲                           | ۹۷/۵            | ۱۱/۱                          | ۱۱۷/۷           |
| ۱/۷               | ۱۸/۰          | ۳/۶                           | ۳۸/۲            | ۵/۵                           | ۵۸/۳            | ۷/۴                           | ۷۸/۴            | ۹/۳                           | ۹۸/۶            | ۱۱/۲                          | ۱۱۸/۷           |
| ۱/۸               | ۱۹/۱          | ۳/۷                           | ۳۹/۲            | ۵/۶                           | ۵۹/۴            | ۷/۵                           | ۷۹/۵            | ۹/۴                           | ۹۹/۷            | ۱۱/۳                          | ۱۱۹/۸           |
| ۱/۹               | ۲۰/۱          | ۳/۸                           | ۴۰/۳            | ۵/۷                           | ۶۰/۴            | ۷/۶                           | ۸۰/۶            | ۹/۵                           | ۱۰۰/۷           | ۱۱/۴                          | ۱۲۰/۸           |

### جدول تبدیل حجم تیوسولفات مصرف شده به یون یدید در نمونه نمک مورد آزمایش

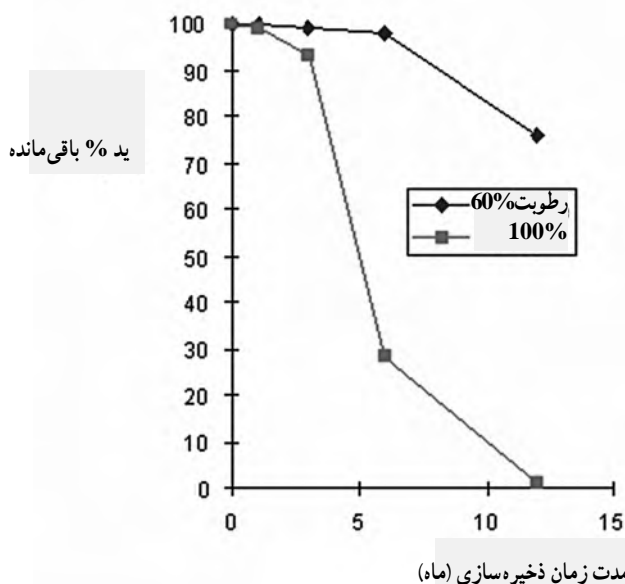
اگر در همان ابتدا به ارلن چسب نشاسته اضافه کنیم، کمپلکس پایدار یُد - نشاسته باعث کند شدن واکنش سدیم تیوسولفات با یون ید می شود.

**نکات (دانستنی های لازم برای مری):** منابع روزانه تأمین ید، شیر، سبزیجات، تخم مرغ، گوشت، اسفناج و غذاهای دریایی است. اما معمولاً این منابع طبیعی برای بدن کافی نیست. در دوران های مختلف زندگی از جنینی تا بزرگسالی، عوارض متعددی را برای فرد به همراه دارد. منجمله باعث اختلالات عصبی حرکتی، گواتر، کم کاری تیروئید، عقب ماندگی تکامل جسمی می گردد. تحقیقات نشان می دهد کمبود ید در ایجاد سرطان سینه نیز مؤثر است. البته مقدار زیاد ید نیز در بدن کار غده تیروئید را مختل می کند و ممکن است باعث کم کاری یا پرکاری و یا حتی سرطان این غده شود.

مقدار ۱۰۰ میکروگرم در روز برای کودکان و ۱۵۰ میکروگرم در روز برای بزرگسالان مجاز است.

سازمان سلامت جهان (WHO) و یونیسف (UNICEF) مقدار ید در نمک را  $40-15 \frac{\text{mg}}{\text{kg salt}}$  اعلام کرده‌اند.

سازمان غذا و دارو در آمریکا (FDA) افزایش پتاسیم یدید و مس یدید به غلظت  $100-60$  میلی گرم KI در کیلوگرم نمک را اجازه داده است. مقدار  $80-50 \text{ MgKIO}_3$  در کیلوگرم نمک مجاز است. علاوه بر ترکیبات ید، به نمک سدیم هیدروژن کربنات و سدیم کربنات نیز اضافه می‌کنند. در واقع این دو محیط را بافر می‌کنند و مانع از تولید عنصر سمی ید می‌شوند. نمک KI از  $\text{KIO}_3$  ارزان‌تر است. اما KI ناپایدارتر است. نمک سدیم یدید درصد ید بیشتری دارد. اما حتی از KI هم ناپایدارتر است. وجود فلزات به خصوص آهن و رطوبت، از بین رفتن ید را سریع می‌کند.



برای اینکه رطوبت باعث گلوله شدن نمک نشود. به نمک کلسیم سیلیکات، کلسیم فسفات، سدیم آلومینیوم سیلیکات و پودر برنج اضافه می‌کنند. در بسیاری موارد از مقدار بسیار کمی سدیم فروسیانید  $\text{Na}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6] \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$  ... استفاده می‌شود.



## دفع پسماند

عنصر ید جامد درخشانی است به رنگ آبی مایل به سیاه که در دمای اتاق به بخاری بنفش‌رنگ و بوی بد تبدیل می‌گردد و بسیار سمی است. حد آستانه ید در موش  $LD_{50} = 14000 \text{ mg/kg}$  و برای انسان ۲۸ میلی‌گرم در هر کیلوگرم وزن انسان است. دلیل سمی بودن عنصر ید را خاصیت اکسندگی آن به خصوص در واکنش با پروتئین‌ها (آنزیم‌ها) عنوان می‌کنند. عنصر ید به پوست صدمه می‌زند و موادی مانند تنتورید ید و محلول لگول (Lugols solution) در صورت تماس طولانی مدت به پوست صدمه وارد می‌کند. به همین دلیل توصیه می‌شود، پسماند این آزمایش را در کلاس‌های خود جمع‌آوری کنید و به آن سدیم تیوسولفات اضافه کرده و سپس در ظرفشویی رها کنید (با این کار شما  $I_2$  سمی را به یون یدید تبدیل کرده‌اید که برای محیط زیست ضرری نداشته، بلکه مفید هم هست).

## پاسخ پرسش‌ها

در شرایط نامناسب، ترکیب یددار نمک به عنصر سمی ید تبدیل می‌شود (برای دانش‌آموز دهم نیازی به نوشتن واکنش انجام شده نیست).  
(پتاسیم یدید از پتاسیم یدات ناپایدارتر است و در حضور یون فلزات و رطوبت سریع به عنصر ید تبدیل می‌شود. دمای محیط، میزان رطوبت، نور، PH و فلزات، در تماس با نمک، در میزان پایداری ترکیب یددار تأثیر می‌گذارند).

## ویتامین C در میوه ها و سبزی ها

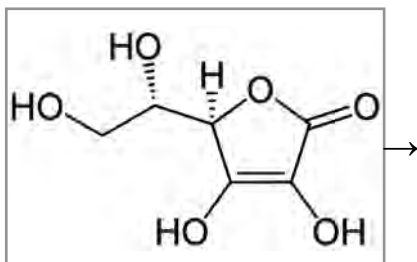
۱۸

هدف: اثبات عدم ماندگاری و اکسیداسیون سریع ویتامین C در مجاورت هوا

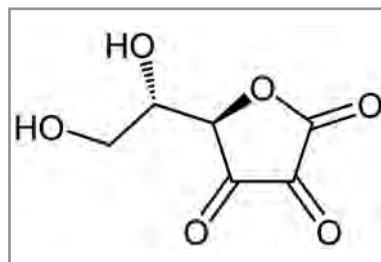
### نکات قابل توجه حین آزمایش

این آزمایش را توسط ۵ میلی لیتر آب لیموترش تازه، آب لیموترشی که نیم ساعت از تهیه آن گذشته، آب لیمو ترش که شب گذشته تهیه شده و آب لیموترش خریداری شده از سوپر انجام دهید. به ازای هر ۵ میلی لیتر آب لیموترش حدود ۸ قطره محلول بتادین به لوله آزمایش ها اضافه کنید. نتایج مشاهده شده بسیار جالب است. نیمی از ویتامین C موجود در کمتر از یک ساعت از بین رفته است.

### نکات تکمیلی



ساختار آسکوربیک اسید یا اسکوربیک اسید



ساختار دی هیدرو اسکوربیک اسید

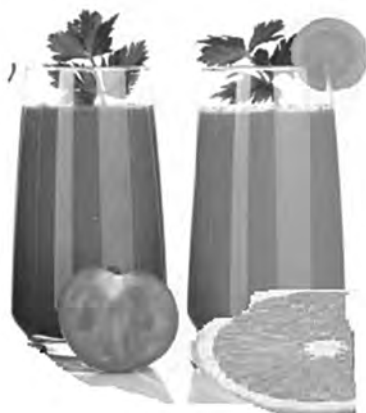
اندازه گیری کمی ویتامین C در آزمایشگاه های شیمی تجزیه نیز به روش یدومتری مطابق روش بیان شده در کتاب انجام می شود.

در واقع مقدار ویتامین C با واکنش اکسیداسیون اسکوربیک اسید به دی هیدرو اسکوربیک اسید قابل اندازه گیری است. البته این واکنش در حالت خشک بسیار آهسته است. اما زمانی که در تماس با رطوبت قرار بگیرد سریع تر صورت می گیرد. یک واکنشگر خوب برای این اکسیداسیون محلول آبی  $I_2$  است.

در واکنش ید با اسکورییک اسید، محلول قرمز رنگ ید به محلول اسکورییک اسید در طی تیتراسیون به آرامی اضافه می شود. رنگ محلول ید اضافه شده به ویتامین C در اثر واکنش ید با ویتامین C محو می شود. در نقطه پایانی زرد کمرنگ می شود که از آن می توان برای تشخیص نقطه پایانی استفاده نمود. برای تشخیص بهتر نقطه پایانی مقداری چسب نشاسته به عنوان شناساگر به محلول مورد آزمایش اضافه می شود، نشاسته با ید اضافی واکنش داده و کمپلکس آبی رنگ شدیدی ایجاد می شود.

## پاسخ پرسش ها

- ۱ زیرا این مواد مقدار زیادی ویتامین C دارند و این ویتامین یک آنتی اکسیدان بسیار مناسب برای بدن است. خیر. با توجه به نتیجه آزمایش انجام شده، این لیموترش ها حاوی ویتامین C نیستند.
- ۲ اندازه گیری کمی ویتامین C در آزمایشگاه صنایع غذایی به صورت زیر انجام می گیرد :  
 $200$  میلی گرم از اسکورییک اسید را به حجم  $100$  میلی لیتر می رسانند.  $1$  میلی لیتر از این محلول و  $10$  میلی لیتر متاسفتریک اسید و  $10$  میلی لیتر استیک اسید را در بالن حجمی  $100$  میلی لیتری می ریزند و به حجم می رسانند.  $5$  میلی لیتر از محلول را برمی دارند و در یک ارلن حجمی می ریزند.  
 این محلول را با محلول رنگی  $2/6$  - دی کلرو فنل ایندوفنل تیترو می کنند، نقطه پایانی برای این تیتراسیون صورتی رنگ است.



## میزان گاز حل شده در یک نوشابه

**هدف:** اندازه‌گیری و اثبات حجم زیاد گاز موجود در نوشابه و مضرات ورود این حجم زیاد گاز برای اندام بدن

### نکات قابل توجه حین آزمایش

برای تسریع در انجام واکنش پس از اندازه‌گیری دقیق جرم یک نوشابه ۳۰۰ میلی‌لیتری، ابتدا با تکان دادن آرام نوشابه به خروج گاز موجود در نوشابه کمک کنید. البته باید دقت داشت که تکان دادن و باز کردن درب نوشابه به آرامی صورت گیرد تا محلول نوشابه به همراه گاز از بطری خارج نشده و خطا در اندازه‌گیری‌ها به وجود نیاید.

### نکات تکمیلی

در ۲۰ سال اخیر مصرف نوشابه‌های گازدار در کشور نزدیک به ۱۵ درصد افزایش داشته ولی مصرف شیر و لبنیات تنها حدود یک دهم درصد رشد کرده است! سرانه مصرف نوشابه در جهان حدود ۱۰ لیتر است و این یعنی میانگین مصرف نوشابه در ایرانیان ۴ برابر میانگین جهان است. هدف از ارائه آزمایش اندازه‌گیری حجم گاز موجود در نوشابه به روش‌های مختلف (در متن آزمایش و فعالیت تکمیلی)، بیان مضرات مصرف نوشابه بوده و امیدواریم بتوانیم مصرف زیاد این نوشیدنی مضر در کشور را کنترل و اصلاح نماییم.

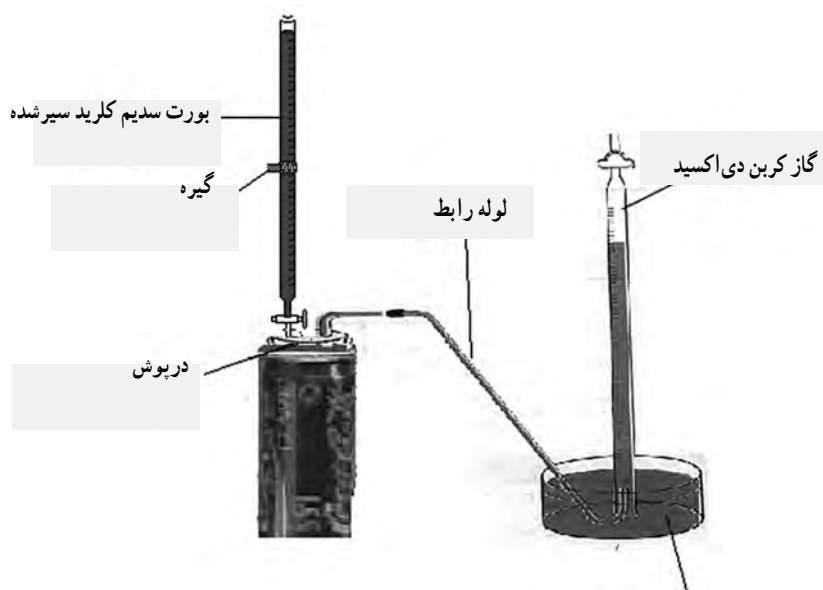
## روش اول

مطابق شکل مقداری نمک در یک بادکنک ریخته و بادکنک را به طور افقی به درب یک بطری نوشابه محکم وصل کنید (بادکنک را توسط یک تکه نخ به درب بطری محکم ببندید). سپس بادکنک را به طور عمودی نگه دارید تا نمک وارد نوشابه شود. نوشابه را تکان دهید تا کاملاً گاز موجود در آن خارج شود. پس از خروج کامل گاز موجود در نوشابه، بادکنک را با دقت از درب نوشابه جدا کرده و درب آن را ببندید. با اندازه گیری شعاع بادکنک حجم بادکنک یا به عبارتی حجم گاز قابل اندازه گیری می باشد. البته با قرار دادن بادکنک در یک تشتک پر از آب و اندازه گیری میزان آب بیرون ریخته شده از تشتک نیز می توان حجم گاز موجود در بادکنک را اندازه گیری نمود.



## روش دوم

مطابق شکل می توان با افزودن محلول سدیم کلرید غلیظ توسط بورت به نوشابه و یک لوله رابط و تشتک پر از آب گاز موجود در نوشابه را درون یک بورت جمع آوری و حجم دقیق آن اندازه گیری نمود.



## پاسخ پرسشی‌ها

۱ معمولاً دانش‌آموزان با توجه به حجم یک نوشابه ۳۰۰ میلی‌لیتری، حجم گاز درون نوشابه را کمتر از ۱۰۰ میلی‌لیتر حدس خواهند زد. با توجه به شرایط متفاوت نگهداری نوشابه‌های گازدار از محل تولید تا هنگام مصرف، میزان حجم گاز به‌دست آمده یکسان نخواهد بود. با این وجود معمولاً حجم گاز موجود در نوشابه‌ها حدود ۳ تا ۵ برابر حجم بطری نوشابه می‌باشد.

## کیفیت روغن

۲۰

**هدف :** اندازه گیری تقریبی درصد سیرشدگی روغن های مختلف و تشویق دانش آموزان و خانواده های آنها با استفاده از روغن های طبیعی با درصد سیرشدگی بالا

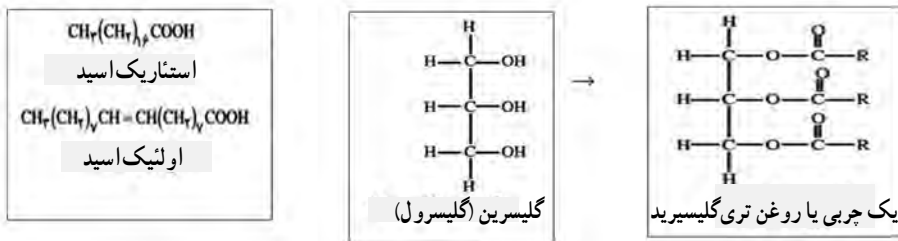
### نکات قابل توجه حین آزمایش

بهتر است ۲ میلی لیتر از روغن های امگا ۳، کنجد، سبوس برنج و بادام یا (نارگیل) را به لوله آزمایش های مختلف اضافه کرده و به هر کدام دو قطره محلول بتادین اضافه کنید. (با توجه به مشخص نبودن ساختار و درصد چربی های مختلف در روغن های سرخ کردنی و آشپزی موجود در بازار، نمی توان با این آزمایش میزان سیرشدگی این روغن ها را به طور تقریبی اندازه گیری نمود.

امگا ۳ با داشتن ۳ اسید چرب سیرنشده در ترکیب خود، بهترین روغن سیرنشده و سپس روغن کنجد با داشتن بیش از ۸۵ درصد اسیدهای چرب سیرنشده اولئیک و لینولئیک در مرتبه دوم قرار می گیرد. روغن نارگیل با ۹۲ درصد اسیدهای چرب سیرشده بدترین روغن خوراکی محسوب می شود. بنابراین در این آزمایش دو قطره بتادین در روغن امگا ۳ کاملاً بی رنگ شده و روغن کنجد به مقدار زیادی رنگ بتادین را از بین می برد، روغن سبوس برنج تا حدی رنگ بتادین را از بین می برد اما روغن نارگیل اصلاً با بتادین واکنش افزایشی نداده و رنگ قرمزید در محلول باقی می ماند.

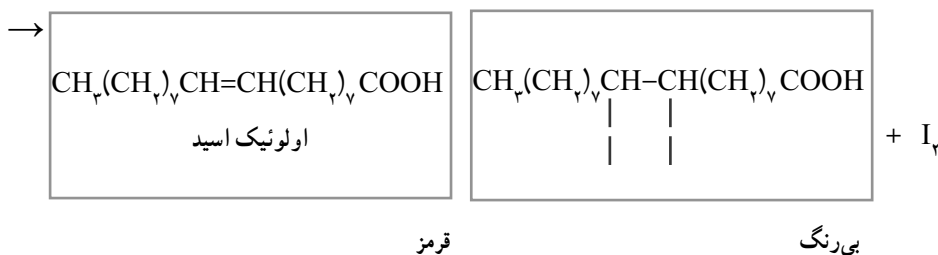
### نکات تکمیلی

اسیدهای چرب همان کربوکسیلیک اسیدها هستند که تعداد کربن در زنجیر هیدروکربنی آنها بین ۱۴ تا ۱۸ کربن است. اگر در زنجیر هیدروکربنی همه پیوندها یگانه باشد اسید چرب سیرشده و در غیر این صورت سیرنشده است. استئاریک اسید یک اسید چرب سیرشده و اولئیک اسید یک اسید چرب سیرنشده است.



اگر تری گلیسیرید در دمای اتاق در حالت جامد باشد به آن چربی اگر در حالت مایع باشد به آن روغن می گویند.

در این آزمایش با افزودن محلول تتنورید یا بتادین، یک واکنش افزایشی ساده در حمام آب گرم انجام شده و یک اندازه گیری تقریبی از حضور پیوند دوگانه یا همان سیرتشدگی در روغن های مختلف به دست می آید. به عبارتی در این آزمایش عدد یدی به روش ساده اندازه گیری می شود.



## پاسخ پرسش ها

۱ این شاخص ها عبارت اند از :

**عدد اسیدی :** چربی های خوراکی اعم از حیوانی و نباتی دارای مقدار معین و جزئی اسید چرب آزاد هستند ولی ممکن است در اثر عوامل فساد و رخ دادن واکنش هیدرولیز، این مقدار از حد معین تجاوز نماید. بنابراین عدد اسیدی از جمله شاخص هایی می باشند که به ما در تشخیص وجود فساد در روغن ها و چربی ها کمک می نمایند. عدد اسیدی عبارت است از تعداد میلی گرم پتاس لازم برای خنثی کردن اسیدهای چرب آزاد موجود در یک گرم ماده چرب. محدوده عدد اسیدی روغن های خوراکی بین ۴٪ - ۰٪ است.



هرچه به عدد صفر نزدیک‌تر باشد روغن سالم‌تر است و هرچه به عدد ۴ نزدیک‌تر باشد در روغن فساد بیشتری رخ داده است.

**عدد صابونی:** در واقع مقیاسی است برای بازگو کردن میانگین وزن مولکولی اسیدهای چرب که در ساختمان چربی به کار رفته‌اند. به‌طور ساده‌تر، میزان KOH مصرفی که برای صابونی شدن (هیدرولیز) یک گرم چربی لازم است را به ما نشان می‌دهد. هرچه مقدار KOH مصرف شده بیشتر باشد، پس به همان مقدار می‌باید تعداد مولکول‌ها در هر گرم چربی بیشتر باشد و در نتیجه بزرگی مولکول‌ها به‌طور متوسط به همان نسبت هم کوچک‌تر است. برای مثال چربی کره که قسمت اعظم آن را اسیدهای چرب کوچک مولکول تشکیل می‌دهند، به‌طور نسبی عدد صابونی بزرگ‌تری دارد، تا چربی ذرت که اصولاً فقط از اسیدهای چرب بزرگ مولکول ساخته شده است.

**عدد یدی:** عبارت است از گرم ید جذب شده توسط ۱۰۰ گرم از نمونه روغن و یا چربی. این اندیس نشان‌دهنده تعداد پیوندهای دوگانه موجود در نمونه آزمایش است، (اندیس یدی درجه سیرشدگی روغن‌ها و چربی‌هاست). در روغن‌هایی که حالت نرم و مایع دارند، اندیس یدی آنها بالاست. چنین روغن‌هایی مستعد فساد اکسیداسیونی هستند به همین دلیل برای غلبه بر این مشکل در صنعت، روغن را هیدروژنه می‌کنند. طبق استاندارد کشور ما حداقل اندیس یدی روغن‌های هیدروژنه شده معادل ۷۵ و حداکثر آن در روغن‌های استاندارد خوراکی حدود ۲۰۰ می‌باشد. بنابراین به منظور کنترل فرایند هیدروژناسیون در مراحل مختلف هیدروژنه کردن اندیس یدی نمونه‌ها اندازه‌گیری می‌شود. روغن دانه گل آفتابگردان دارای ۸۵ درصد اسید چرب سیرنشده (اولئیک و لینولئیک) و ۱۵ درصد اسید چرب سیرشده (پالمیتیک و استاریک) است. فراوان‌ترین اسید چرب آن لینولئیک با حدود ۷۲ درصد است و دارای اندیس یدی ۱۴۴-۱۳۰ می‌باشد. چربی سیرنشده برای ساخت سلول‌های مغز، سلامت قلب و نیز برای اعصاب چشم خوب می‌باشد. در حدود ۲۰ سال پیش، محققان یکی از انواع چربی‌های سیرنشده را یافتند و آن را «امگا ۳» نامیدند و چون این چربی در بدن ساخته نمی‌شود، به همین علت یکی از چربی‌های ضروری برای بدن است. بنابراین روغن خوب باید دارای درصد بالایی چربی سیرنشده باشد.

۲ روغن‌هایی که دارای نقطه دود بالا می‌باشند یعنی در دماهای بالا ساختار آنها تغییر فیزیکی و شیمیایی ندهد. بعد از یک بار سرخ کردن مقداری از مواد غذایی در روغن باقی می‌ماند و این ذرات ریز حتی توسط صاف کردن از روغن جدا نمی‌شود. این ذرات نقطه دود روغن را تغییر می‌دهند بنابراین در استفاده‌های بعدی نقطه دود کمتر بوده و روغن زودتر دچار تغییر فیزیکی و شیمیایی می‌شود.

۳ از آنجا که رها کردن پسماند روغن‌ها در فاضلاب شهری برای محیط زیست و زمین‌های کشاورزی ضررهای زیادی دارد باید روغن اضافی به روش مناسب امحا یا بازیافت شود. برای این کار باید روغن‌های

اضافی را در یک ظرف بزرگ مانند بطری مایع ظرفشویی بزرگ جمع‌آوری نمود. وقتی روغن به اندازه نصف گنجایش بطری جمع شد به همان اندازه محلول سدیم هیدروکسید یا پتاسیم هیدروکسید به آن اضافه کرد (از محلول لوله باز کن صاف که درصد بالای آن محلول سدیم هیدروکسید می‌باشد استفاده کنید). در مدت یک هفته هر روز مخلوط را به هم بزنید. بعد از گذشت این زمان چربی به صابون تبدیل شده است. البته با کمک محلول آب نمک غلیظ باید صابون را از مخلوط جدا نمود. (این به شرطی است که بخواهید از این صابون برای شست‌وشو استفاده نمایید. با توجه به عدم حضور اسانس و عطرهای مختلف معمولاً این صابون در خانواده مورد استقبال و استفاده قرار نخواهد گرفت.) به این روش روغن‌های اضافی که موجب از بین رفتن زمین‌های کشاورزی می‌شود به ماده بی‌ضررتری تبدیل می‌شود.

## ساخت گوی برفی شیشه‌ای

۲۱

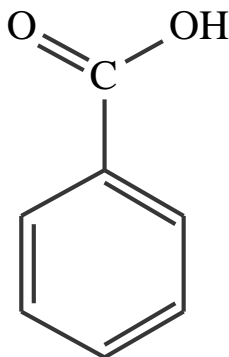
**هدف:** تبدیل محلول فراسیر شده به سیر شده

**توصیه‌ها:** طبق دستورالعمل آزمایش به خوبی جواب می‌دهد (دمای آب حدود ۸۰ درجه سانتی‌گراد مناسب است). بعد از ریختن داخل شیشه، کل شیشه را از آب پر کنید. هوا باعث به هم چسبیدن کریستال‌های بنزوئیک اسید می‌شود.

**جواب مورد انتظار:** ذرات سوزنی شکل بنزوئیک اسید خیلی سریع تشکیل می‌شود. زمانی که مخلوط را به داخل شیشه مریا اضافه می‌کنید. کاملاً با آب پر کنید (هوا باعث به هم چسبیدن کریستال‌های بنزوئیک اسید می‌شود).

**آزمایش تکمیلی:** آزمایش بخش زمین‌شناسی (زیباسازی محیط با بلورهای دست‌ساز، صفحه ۵۸)

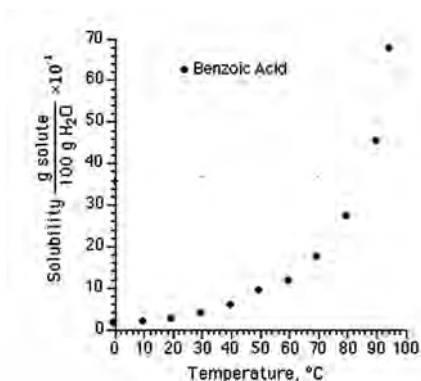
پیشنهاد می‌شود.



## دانستنی‌های لازم برای مربی

به‌طور طبیعی در بسیاری از میوه‌ها مانند آلو، گوجه سبز و تمشک، بنزوئیک اسید وجود دارد. بنزوئیک اسید به عنوان نگهدارنده در بسیاری از مواد غذایی نیز استفاده می‌شود (در خیار شور و انواع سس‌ها به صورت سدیم یا پتاسیم بتروات اضافه می‌شود). اما اگر با پوست تماس پیدا کند، بسیار محرک است و اگر مقدار زیادی خورده شود بسیار خطرناک است. بخارات آن می‌تواند باعث تحریک گلو شود. در صورت تماس با بدن با مقدار زیاد آب شست‌وشو داده و سپس به پزشک مراجعه شود.

برای جلوگیری از هرگونه خطر احتمالی، حتماً بر کار دانش‌آموزان در هنگام آزمایش نظارت داشته باشید و داشتن ماسک و دستکش الزامی است. قبل از ترک آزمایشگاه دست‌های خود را با آب، خوب شست‌وشو دهید.



در این آزمایش رسوبات سوزنی شکل خیلی سریع بعد از اینکه محلول کمی سرد شد تشکیل می‌شود. ( انحلال‌پذیری بنزوئیک اسید در دمای  $2/58^{\circ}\text{C}$  گرم در  $100$  گرم آب است اما در دمای  $20^{\circ}\text{C}$  به مقدار  $29/0$  گرم آب کاهش می‌یابد.)

پسماند: محلول را بعد از انجام آزمایش می‌توانید برای سایر کلاس‌های خود نگه دارید. کافی است اجازه دهید خوب سرد شود و با صاف کردن بنزوئیک اسید را جمع‌آوری و خشک کنید.

از آنجایی که بخارات بنزوئیک اسید به سیستم اعصاب صدمه می‌زند حتماً از ماسک استفاده کنید.

## پاسخ پرسش‌ها

- ۱) با سرد کردن محلول سیرشده بنزوئیک اسید، انحلال‌پذیری آن در آب کاهش می‌یابد. بنابراین اگر محلول سیرشده به آرامی و بدون هسته تشکیل بلور، سرد شود. محلول فراسیرشده است. در این محلول به محض هوشیار شدن در اثر ضربه، رسوب‌های اضافی خارج می‌شود.
- ۲) در اثر سرد کردن ناگهانی محلول فراسیرشده، رسوب اضافی بدون شکل کریستالی خارج می‌شود.

## حل شدن گازها در آب

**هدف :** بررسی عوامل مؤثر بر انحلال پذیری گازها در آب

**نکات مهم (توصیه ها) :** از سوراخ نبودن بادکنک اطمینان حاصل کنید و به طور محکم به درب ارلن وصل کنید.

### جواب مورد انتظار

نتایج یک آزمایش به شرح زیر بوده است :

در دمای  $10^{\circ}$  درجه سانتی گراد

جرم اولیه مجموعه بادکنک، جوش شیرین و ارلن حاوی آب و سیتریک اسید  $A = 145/4 \text{ g}$

جرم ثانویه مجموعه بادکنک و ارلن حاوی آب و مواد حاصل از واکنش  $A = 145/4 \text{ g}$

یکسان بودن این دو عدد نشان دهنده قانون پایستگی جرم است.

جرم بادکنک جدا شده، ارلن حاوی آب و مواد محلول در آب  $B = 145/2 \text{ g}$

مقدار گاز کربن دی اکسید که در آب حل نشده است (و از ارلن بعد از جدا کردن بادکنک خارج شده

است.)  $A - B = 0/2 \text{ g}$

در دمای  $70^{\circ}$  درجه سانتی گراد :

$$A^* = 146/7 \text{ g}$$

$$B^* = 146/4 \text{ g}$$

$$A^* - B^* = 0/3 \text{ g}$$

مقدار گاز حل نشده در دمای  $70^{\circ}$  درجه سانتی گراد ( $0/3 \text{ g}$ ) بیش از دمای  $10^{\circ}$  درجه سانتی گراد ( $0/2 \text{ g}$ )

است.

## آزمایش تکمیلی

برای رسیدن به هدف مشابه می توانید در سه لوله آزمایش به مقدار یکسان نوشابه ریخته و هم زمان هر سه لوله آزمایش را در سه بشر با آب دارای دماهای مختلف قرار دهید.



۱

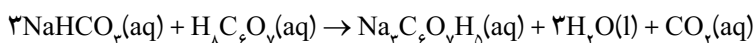
۲

۳

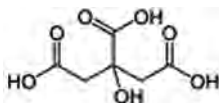
در کدام بشر دمای آب بالاتر است؟ چرا؟

## دانستنی های لازم برای مربی

واکنش انجام شده در این آزمایش به صورت زیر است :



سیتریک اسید (یک کربوکسیلیک اسید سه عاملی) :



دمای محیط در انحلال گازها در آب مؤثر است. به گونه ای که PH آب دریاچه ها در فصول سرد سال، اسیدی تر از فصول گرم است. تغییرات دمای سالانه در منطقه سرچشمه محدوده ۱۵- تا ۳۲+ درجه را دارد؛ لذا مقدار گازهای محلول در آب نیز در این محدوده دمایی متفاوت خواهد بود. غالب داده های PH آب رودخانه ها در فصل تابستان قلیایی تر از فصل زمستان است.

## پاسخ پرسش‌ها

۱ قانون پایستگی جرم

۲ در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد مقدار  $\text{CO}_2$  بیشتری در آب حل شده است.

۳ هر چه دما بیشتر باشد، مقدار گاز کمتری در آب حل شده است (رابطه عکس).

۴ بسیاری از ماهی‌ها، به خصوص ماهی قزل‌آلا، با افزایش دما در تابستان و کم شدن گاز اکسیژن محلول در آب سریع می‌میرند.

| نوع ماهی  | بیشترین دمایی که ماهی تحمل می‌کند ( $^{\circ}\text{C}$ ) |
|-----------|--|
| قزل‌آلا   | ۱۵   |
| اردک ماهی | ۲۴   |
| ماهی کپور | ۳۲   |
| گره ماهی  | ۳۴   |
|           |  |

از دانش‌آموزان بخواهید با توجه به جدول داده شده مشخص کنند کدام ماهی نسبت به کمبود اکسیژن مقاوم‌تر است؟

## خالص سازی نیترات ها

۲۳

### هدف

۱ جداسازی مخلوط با استفاده از تفاوت انحلال پذیری

۲ اشاره به مضرات مصرف سوسیس و کالباس

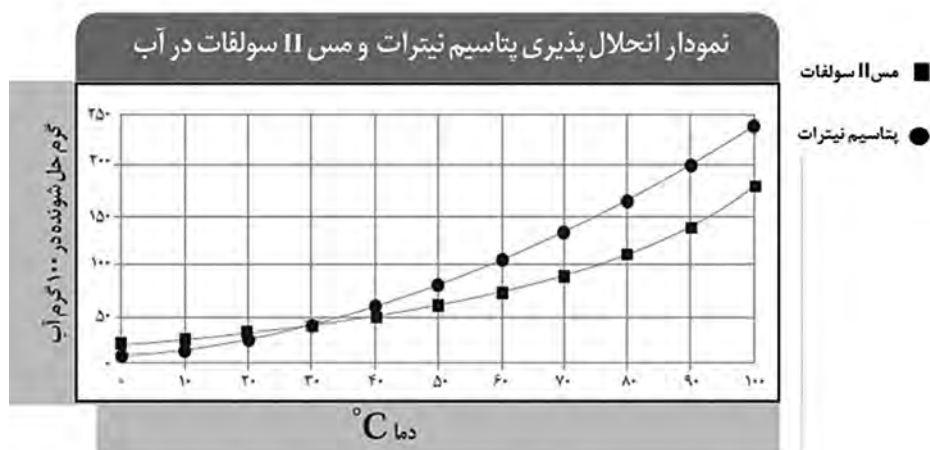
### نکات و توصیه ها

۱ نمونه مورد آزمایش از مخلوط کردن ۱۱/۵ گرم پتاسیم نیترات، ۲ گرم ماسه نرم و ۱/۵ گرم مس (II) سولفات تهیه می شود. در مرحله سه مخلوط را باید به صورت گرم صاف کرده و مواد محلول در آب گرم، به صورت محلول باقی بماند و رسوب نکند (از لوله رابط کوتاه برای ایجاد خلأ استفاده کنید).

۲ در صورت بازی بودن محیط رسوب مس (II) هیدروکسید تولید می شود. به همین دلیل با استفاده از کاغذ، PH محیط بازیینی می شود تا محیط واکنش اسیدی باشد.

۳ حجم محلول را با حرارت ملایم از ۳۰ میلی لیتر به ۲۰ میلی لیتر برسانید. با سرد شدن محلول، بلورهای پتاسیم نیترات ظاهر می شود.

۴ برای اینکه دانش آموزان به خوبی تغییرات انجام شده در طول آزمایش را متوجه شوند بهتر است قبل از انجام آن، از آنها بخواهیم در یک فعالیت گروهی پرسش های زیر را پاسخ دهند :



۱ محلول سیر شده و فرا سیر شده را تعریف کنید.

۲ با توجه به نمودار، انحلال پذیری  $\text{CuSO}_4$  و  $\text{KNO}_3$  در دمای  $8^\circ$  درجه چند گرم در صد گرم آب است؟

۱ ۱۱ گرم پتاسیم نیترات -  $2/5$  گرم خاک و  $1/5$  گرم مس سولفات در  $5^\circ$  میلی لیتر آب حل شد. اگر دمای محلول را به  $8^\circ$  درجه برسانیم، مشخص کنید محلول نسبت به هریک از حل شونده ها ( $\text{CuSO}_4$  و  $\text{KNO}_3$ ) سیر شده است یا سیر نشده؟ (با توجه به نمودار انحلال پذیری)

۲ ۱۱ گرم پتاسیم نیترات در  $3^\circ$  میلی لیتر آب در چه دمایی یک محلول سیر شده است؟ جواب: تقریباً  $28^\circ$  درجه سلسیوس

۳ بعد از صاف کردن و جدا کردن خاک، آب محلول را به آرامی تبخیر کرده ایم. اگر  $2^\circ$  میلی لیتر از آب را بخار کرده باشیم، محلول باقی مانده نسبت به حل شونده ها چه حالتی دارد؟ (دما همان  $8^\circ$  درجه در نظر بگیرید).

۴ اگر این محلول را به دمای صفر درجه (دمای نزدیک به صفر درجه سلسیوس) برسانیم، محلول نسبت به هریک از حل شونده ها چه حالتی خواهد داشت؟ (سیر شده - سیر نشده یا فرا سیر شده)  
۵ در صورتی که جواب قسمت ۶ فراسیر شده است، مقدار رسوب هر ماده، در صورت هوشیاری محلول چند گرم است؟ (پاسخ سؤال ها در قسمت دانستنی های مربی آورده شده است).

## جواب مورد انتظار

پتاسیم نیترات بعد از سرد کردن آرام محلول به صورت بلورهای ریز جدا می شود. و به این ترتیب سه ماده از هم جدا می شوند.

## آزمایش های تکمیلی

برای بررسی تفاوت انحلال پذیری در دماهای مختلف. آزمایش کاوشگری صفحه ۱۳۵ «چگونه می توان نمودار انحلال پذیری نمک را رسم کرد؟» پیشنهاد می شود.



## دانستنی های لازم برای مربی

در دمای ۸۰ درجه سلسیوس، انحلال پذیری پتاسیم نیترات طبق نمودار، حدود ۱۶۰ گرم در ۱۰۰ گرم آب و مس (II) سولفات ۱۱۰ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. بنابراین محلول تهیه شده در دمای ۸۰ درجه سانتی گراد نسبت به این دو ماده سیر نشده است :

$$\text{KNO}_3 = \frac{11\text{g}}{30\text{g آب}} = \frac{36/5\text{g}}{100\text{g آب}}$$

$$\text{CuSO}_4 = \frac{1/5\text{g}}{30\text{g آب}} = \frac{5\text{g}}{100\text{g آب}}$$

بعد از صاف کردن و جدا کردن خاک، آب محلول را با حرارت ملایم تبخیر کرده ایم. اگر حجم آب محلول را به ۲۰ میلی لیتر برسانیم. محلول باقی مانده نسبت به حل شونده ها در دمای ۸۰ درجه سانتی گراد باز هم سیر نشده است :

$$\text{KNO}_3 = \frac{11\text{g}}{20\text{g آب}} = \frac{55\text{g}}{100\text{g آب}}$$

$$\text{CuSO}_4 = \frac{1/5\text{g}}{20\text{g آب}} = \frac{7/5\text{g}}{100\text{g آب}}$$

در دمای صفر درجه سلسیوس انحلال پذیری پتاسیم نیترات بسیار کاهش می یابد (۲۰ گرم در ۱۰۰ گرم آب). و محلول نسبت به پتاسیم نیترات، فرا سیر شده است. اما انحلال پذیری مس (II) سولفات در صفر درجه تقریباً برابر ۱۰ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. و محلول، سیر نشده است. بنابراین پتاسیم نیترات اضافی به صورت رسوب خارج می شود. اما مس (II) سولفات، محلول باقی می ماند. انتظار داریم در بهترین حالت، که خوب سنگ را جدا کند و در حالی که گرم است صاف کند و دور ریز نداشته باشد، چه میزان رسوب خارج شود؟

باید توجه داشت اولاً پتاسیم نیترات استفاده شده خود خالص نیست و نمی‌توان انتظار داشت دقیقاً همان مقدار گرم که در ابتدا به مخلوط اضافه شده است بعد از جداسازی خارج شود. همچنین در وزن کردن، حمل و نقل و صاف کردن خطاهایی وجود دارد.

اگر فرض کنیم محلول در دمای  $8^{\circ}\text{C}$  بعد از تبخیر آب،  $20^{\circ}$  گرم آب و  $11$  گرم نمک پتاسیم نیترات داشته باشد ( $g\ 31 = 20 + 11$  محلول در دمای  $8^{\circ}$  درجه است). با توجه به نمودار این محلول در دمای  $40^{\circ}\text{C}$  تقریباً سیر شده است (چون اگر مقدار را به  $100^{\circ}$  گرم آب تغییر دهیم،  $55$  گرم نمک پتاسیم نیترات در  $100^{\circ}$  گرم آب می‌شود که یک محلول سیر شده است) با سرد کردن محلول تا دمای صفر درجه سلسیوس (انحلال پذیری در صفر درجه  $20^{\circ}$  گرم در  $100^{\circ}$  گرم آب)، مقدار رسوب خارج شده برابر  $g\ 35 = 55 - 20$  است.

$$\text{بنابراین} \quad \frac{31 \text{ گرم محلول}}{\text{رسوب گرم؟}} = \frac{155 \text{ گرم محلول}}{35 \text{ گرم رسوب}} \quad \text{مقدار رسوب برابر } 7 \text{ گرم است.}$$

پس در شرایط خوب آزمایش از  $11$  گرم پتاسیم نیترات (به شرط خلوص  $100\%$ ) می‌توان  $7$  گرم را دوباره با استفاده از این روش از مخلوط جداسازی کرد.

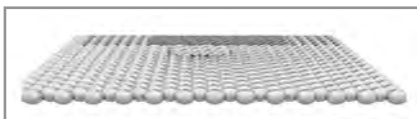
## پاسخ پرسش‌ها

- ۱ با استفاده از کاغذ PH خاصیت اسیدی محیط را بازبینی کردیم و مطمئن شدیم محیط اسیدی است. در غیر این صورت، محیط با استیک اسید اسیدی شده است.
- ۲ صاف کردن سریع‌تر می‌شود.

## ابعاد مولکول

۲۴

**هدف :** اندازه گیری عدد آووگادرو و آشنایی با مفهوم مول



## نکات قابل توجه حین آزمایش

برای مشاهده نتایج بهتر در این آزمایش از روغن اولین خالص یا روغن کرچک تهیه شده از داروخانه استفاده نمایید. ظرف بزرگی مانند یک سینی تهیه کنید تا دایره ایجاد شده تا حد امکان بزرگ شود و برای مشاهده بهتر محیط دایره و اندازه گیری دقیق شعاع، آب را توسط مقدار بسیار کم پتاسیم پرمنگنات رنگی کنید.

## نکات تکمیلی

به تعداد عدد آووگادرو از یک ذره در شیمی یک مول از آن ذره می گویند. شیمی دان ها با استفاده از این عدد می توانند مقدار معینی از اتم های یک ماده را به گرم وزن کرده و در آزمایش ها مورد استفاده قرار دهند. عدد آووگادرو توسط آزمایش فارادی برای اولین بار محاسبه گردید. به تعداد ذره ای که می تواند یک فارادی جریان تولید کند، عدد آووگادرو گفته می شود. از آنجا که انجام این آزمایش و فهم آن برای دانش آموزان سال دهم امکان پذیر نمی باشد و دانش آموزان در پایه دهم با مفهوم عدد آووگادرو و مول آشنا می شوند. ما با قرار دادن این آزمایش ساده به دانش آموزان در درک و یادگیری این عدد و مفهوم مول کمک می کنیم. خطای مشاهده شده در این روش، نسبت به بزرگی عدد محاسبه شده، قابل چشم پوشی می باشد.

## پاسخ پرسش‌ها

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| جرم یک قطره                 | ۰/۰۰۰۵ گرم  |
| چگالی روغن                  | روی ظرف روغن نوشته شده است. مثلاً ۰/۸۹  |
| حجم یک قطره                 | $d = \frac{m}{V} = \frac{0.0005}{0.89} = 0.00056$   |
| قطر دایره روغنی             | ۴۰ سانتی‌متر  |
| مساحت دایره روی آب          | $A = \pi r^2$   |
| قطر یک مولکول               | حجم این قطره در بالا محاسبه شده است. پس می‌توان با فرض قرار گرفتن یک لایه مولکول در این سطح دایره‌ای ارتفاع این سطح را همان قطر مولکول در نظر گرفت و از رابطه زیر قطر مولکول را محاسبه نمود.<br>$V = A * h$ |
| حجم یک مولکول               | $V = \frac{4}{3}\pi r^3$<br>به فرض کروی گرفتن مولکول  |
| جرم یک مولکول               | با توجه به داشتن دانسیته روغن و حجم یک مولکول، جرم یک مولکول قابل محاسبه می‌باشد<br>$d = \frac{m}{V} = 0.89$  |
| تعداد مولکول = عدد آووگادرو | $N = \frac{\text{جرم مولی روغن}}{\text{جرم یک مولکول}}$   |

## کلسیم کربنات در صدف

۲۵

### هدف



- ۱ محاسبه درصد کلسیم در نمونه صدف یا قرص کلسیم کربنات
- ۲ آشنایی با کاربرد قانون عمومی گازها در صنعت
- ۳ آشنایی با نحوه جمع آوری گاز تولید شده در واکنش شیمیایی

### توصیه ها

- ۱ ظرف هیدروکلریک اسید سه مولار را زیر هود گذاشته و هنگامی که دانش آموزان از آن استفاده می کنند حتماً به کار او نظارت داشته باشید. عجله نکند. دستکش داشته باشد و در حمل اسید دقت کند.
- ۲ در بازار قرص کلسیم بسیار متنوع است اما این آزمایش با قرص ساخت شرکت های داخلی (ایرانی) که روی بسته نوشته شده است کلسیم (به صورت کلسیم کربنات) به خوبی جواب می دهد.
- ۳ به ازای یک قرص کلسیم  $50^{\circ}$  (به صورت کربنات)، مقدار  $31^{\circ}$  میلی لیتر گاز  $CO_2$  آزاد می شود. اما حتی اگر با داشتن خطاهای مختلف  $23^{\circ}$  میلی لیتر گاز هم به دست آید. درصد خطا بعد از محاسبات در نهایت ناچیز است.



۴ از لوله رابط کوتاه استفاده کنید.



### جواب مورد انتظار

این آزمایش به راحتی و خیلی سریع جواب می دهد.

### پاسخ پرسش ها

کلسیم کربنات کاربرد بسیار زیادی در صنعت دارد. از دانش آموزان بخواهید در این مورد اطلاعات جمع آوری کرده و در کلاس ارائه دهند.

### آزمایش های تکمیلی

در این آزمایش می توانید از پوست تخم مرغ خشک شده نیز استفاده کنید.

### دانستنی های لازم برای مربی

واکنش انجام شده عبارت است از :



در اثر واکنش پودر صدف و یا قرص کلسیم با هیدروکلریک اسید، گاز کربن دی اکسید تولید می شود که در آب محلول است. برای کم کردن میزان انحلال این گاز در آب تشتک و جمع آوری همه گاز تولید شده در استوانه مدرج، قبل از انجام آزمایش در آب می دمیم و یا یک قرص جوشان در آب حل می کنیم تا نسبت به گاز  $\text{CO}_2$  سیر شده باشد و  $\text{CO}_2$  حاصل از واکنش در این آب حل نشود (در این صورت خطای اندازه گیری گاز تولید شده بسیار کاهش می یابد).

بنابراین تنها گاز آزاد شده کربن دی اکسید است.  
در صورت استفاده از نصف قرص، جرم قرص اولیه، جرم نصفه مورد استفاده در آزمایش را اندازه گیری کنید.

نمونه ای نتایج به دست آمده و تجزیه و تحلیل داده :

حجم آب جابه جا شده در استوانه مدرج =  $23^{\circ}\text{cm}$

یک قرص کلسیم مصرف شده = (وزن  $1/25$  گرم)

دمای آب =  $22^{\circ}\text{C}$  سانتی گراد +  $273^{\circ}\text{K}$

حجم گاز  $\text{CO}_2$  =  $23^{\circ}\text{ml}$  =  $23^{\circ}\text{L}$

فشار شهر کرج در روز آزمایش =  $9987^{\circ}\text{atm}$

فشار بخار آب در دمای  $22^{\circ}\text{C}$  سانتی گراد =  $19/8^{\circ}\text{mmHg}$

$$R = \text{ثابت گازها} = \frac{1 \times \text{atm}}{k \times \text{mol}} = 0/082$$

$$P_{\text{CO}_2} = P_{\text{Air}} - P_{\text{H}_2\text{O}}$$

$$P_{\text{CO}_2} = 0/9987^{\circ}\text{atm} - (19/8^{\circ}\text{mmHg} \times \frac{1^{\circ}\text{atm}}{76^{\circ}\text{mmHg}})$$

$$P_{\text{CO}_2} = 0/9726^{\circ}\text{atm}$$

$$PV = nRT$$

$$\text{تعداد مول } \text{CO}_2 = \frac{PV}{RT} = \frac{0/9726^{\circ}\text{atm} \times (23^{\circ}\text{lit})}{295^{\circ}\text{K} \times 0/082}$$

$$n_{\text{CO}_2} = 0/009^{\circ}\text{mol} = n_{\text{CaCO}_3} \quad g_{\text{CaCO}_3} = 9/0^{\circ}\text{g}$$

$$0/009^{\circ}\text{mol} \times \frac{1^{\circ}\text{g}}{1^{\circ}\text{mol}}$$

$$\text{درجه خلوص} = \frac{0/9^{\circ}\text{g CaCO}_3}{1/25^{\circ}\text{g قرص}} \times 100 = 72\% \text{CaCO}_3$$

(از قبل مربی محاسبه کرده است : کلسیم کربنات محدودکننده است و مقدار اضافی اسید مصرف شده است).

بر روی جعبه قرص نوشته شده هر قرص شامل ۵۰۰ میلی گرم کلسیم است. طبق داده‌های این آزمایش:

$$n_{\text{CO}_3} = 0.009 \text{ mol} = n_{\text{CaCO}_3} = n\text{Ca}^{2+}$$

$$g_{\text{Ca}^{2+}} = 0.009 \text{ mol} \times 360 \text{ mg}$$

$$\frac{40 \text{ g}}{1 \text{ mol}}$$

$$\frac{(500 - 360) \times 100}{500} = 28\% \text{ خطای آزمایش}$$

علت خطا به نظر شما چه عواملی است؟ (این درصد خطا کاملاً برای پایه دهم قابل قبول است).

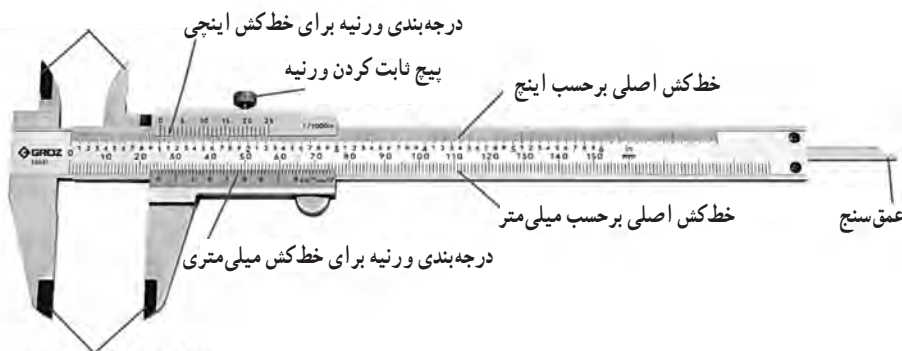
## اندازه گیری ابعاد یک لوله

۲۶

**هدف:** آشنایی با ساختمان کولیس و اندازه‌گیری با انواع کولیس‌ها

شاید کولیس‌ها از نظر شکل ظاهری و طول خط‌کش ثابت آنها با هم تفاوت داشته باشند اما آنچه در اینجا برای ما اهمیت دارد دقت اندازه‌گیری این وسیله است. از نظر دقت سه نوع کولیس ساخته شده است که کولیس ۰/۱، ۰/۰۵ و ۰/۰۲ میلی‌متر می‌باشند. امروزه بیشتر کولیس‌هایی که در بازار وجود دارند کولیس‌های ۰/۰۲ می‌باشند اما به این دلیل که امکان دارد در بعضی از مدارس دو نوع دیگر کولیس هم وجود داشته باشند آنها را توضیح می‌دهیم.

شاخک‌های اندازه‌گیری ابعاد خارجی جسم



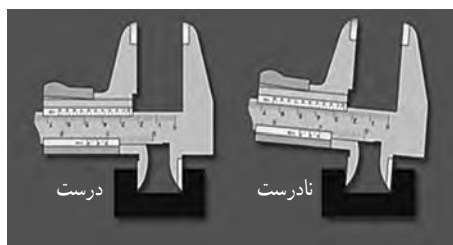
شاخک‌های اندازه‌گیری ابعاد داخلی جسم



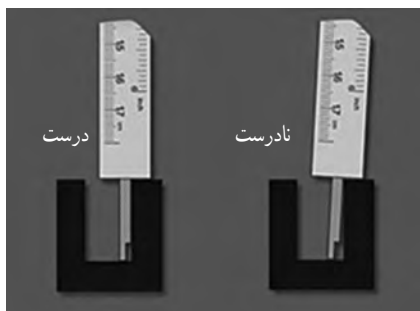
کولیس علاوه بر اینکه به نسبت خط کش معمولی دقت بالاتری دارد به دلیل داشتن شاخک ها و عمق سنج محبوبیت فراوانی بین تراشکارها، طراح های صنعتی، طراح ها و سازنده های طلا و جواهر و وسایل تزئینی، مکانیک ها و تمامی افرادی که به نوعی با اندازه گیری کمیت طول در حد میلی متر سروکار دارند، دارد.



اندازه گیری قطر یا ضخامت خارجی



اندازه گیری قطر یا ضخامت داخلی



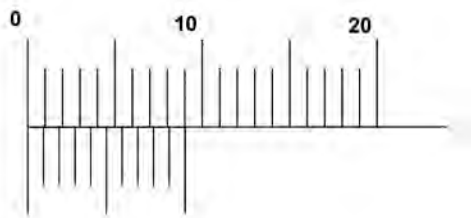
اندازه گیری عمق

کولیس های ۰/۱



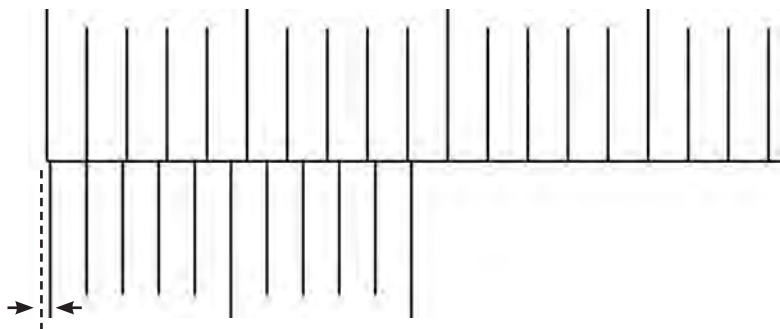
خط کش اصلی تمامی کولیس ها یک خط کش معمولی است و کمینه درجه بندی آن ۱ میلی متر می باشد آنچه باعث می شود که کولیس ها دقت متفاوتی داشته باشند تقسیم بندی ورنیه آنها می باشد. که در تصویر زیر این تقسیم بندی را مشاهده می کنید.

همان طور که مشاهده می شود در این نوع کولیس ۹ میلی متر از خط کش اصلی در ورنیه به  $10^\circ$  قسمت مساوی تقسیم شده است. برای بهتر دیدن درجه های ورنیه آن را به شکل زیر نمایش می دهیم. یکی از نکاتی که باید در هر وسیله اندازه گیری به آن توجه کنیم این است که وسیله ما خطای صفر نداشته باشد در اینجا باید زمانی که کولیس کاملاً بسته شده است و جسمی بین شاخک های آن قرار ندارد صفر خط کش و ورنیه کاملاً برهم منطبق باشند.



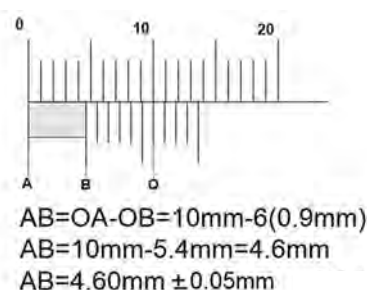
جسمی بین شاخک های آن قرار ندارد و صفر خط کش و ورنیه کاملاً برهم منطبق هستند.

برای اینکه بتوانیم مقداری را از روی کولیس بخوانیم باید بعد از قرار دادن جسم بین شاخک های کولیس خطی از ورنیه را پیدا کنیم که بر خطی از خط کش اصلی منطبق و یا به آن خیلی نزدیک باشد. همان طور که در تصویر بالا مشاهده می شود اگر ورنیه را به طرف راست حرکت دهیم اولین خطی از ورنیه روی اولین خط از خط کش منطبق خواهد شد. در این صورت داریم :



حال به سادگی می توانیم میزان بازشدگی شاخک های کولیس یا کمترین مقداری را که از روی درجه های کولیس می توانیم بخوانیم (دقت کولیس) را به دست آوریم می دانیم که فاصله خط های ورنیه برابر  $0.9 \text{ mm}$  که اگر این مقدار را از  $1 \text{ mm}$  کم کنیم مقدار  $0.1 \text{ mm}$  به دست می آید که دلیل نامگذاری این نوع کولیس هم همین می باشد. همان طور که می دانید خطا در وسایل مدرج برابر با نصف دقت است و خطا در این نوع کولیس برابر است با  $0.05 \text{ mm} \pm$  می باشد.

اندازه گیری با کولیس  $0.1^\circ$  و گزارش همراه با خطا



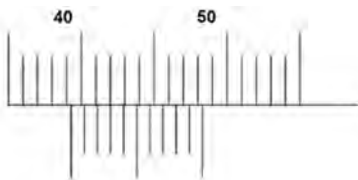
روشی که در بالا نشان داده شد اساس اندازه گیری با کولیس می باشد ولی برای خواندن سریع کولیس  $0.1^\circ$  کافی است ابتدا از روی خط کش اصلی محل صفر ورنیه را نگاه کنیم مثلاً در مورد بالا صفر ورنیه که با نقطه B نشان داده شده است از  $4$  میلی متر گذشته است برای خواندن قسمت اعشاری از ورنیه کمک می گیریم و دنبال خطی از ورنیه می گردیم که به خطی از خط کش منطبق یا نزدیک باشد. مشاهده می شود که خط ششم ورنیه منطبق است بنابراین مقدار مورد نظر  $4.6 \text{ mm}$  است حال اگر بخواهیم همراه با خطا گزارش کنیم باید مرتبه اعشار خطا و مقدار گزارش شده یکی باشد بنابراین به رقم حدسی نیاز داریم و در اینجا چون انطباق داریم رقم حدسی صفر می باشد.

تمرین

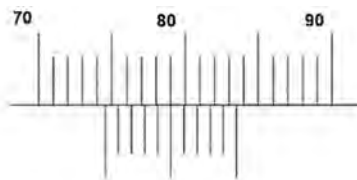
مقدار نشان داده شده توسط کولیس های زیر را همراه با خطا گزارش کنید.



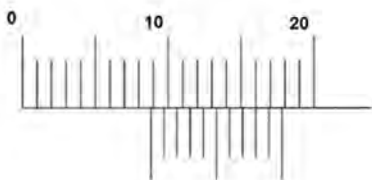
جواب :  $(2.8 \pm 0.05) \text{ mm}$



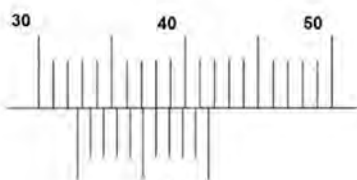
(ب)



(الف)



(ت)



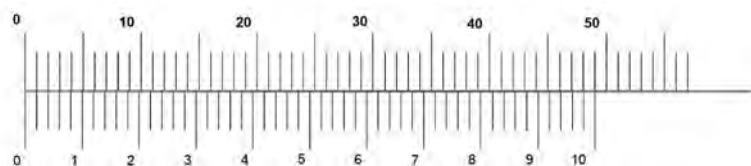
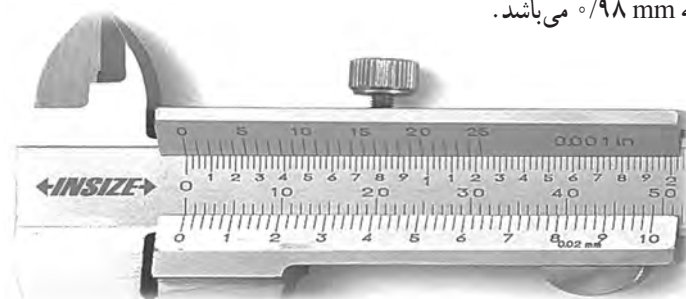
(پ)

جواب ها :  
 (الف)  $74.50 \text{ mm} \pm 0.05 \text{ mm}$   
 (ب)  $39.30 \text{ mm} \pm 0.05 \text{ mm}$   
 (پ)  $32.60 \text{ mm} \pm 0.05 \text{ mm}$   
 (ت)  $8.80 \text{ mm} \pm 0.05 \text{ mm}$

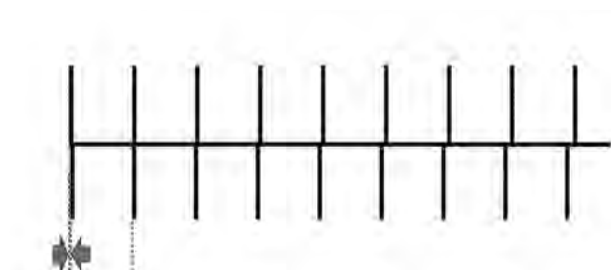
کولیس های ۰/۰۲



برای بهتر دیدن درجه‌های ورنیه آن را به شکل زیر نمایش می‌دهیم همان‌طور که مشاهده می‌شود در این نوع کولیس ۴۹ میلی‌متر از خط کش اصلی در ورنیه به  $5^\circ$  قسمت مساوی تقسیم شده است. فاصله هر دو خط روی ورنیه  $0.98 \text{ mm}$  می‌باشد.



اگر ورنیه را به سمت راست حرکت دهیم تا اولین انطباقی که انجام می‌شود کمترین میزان بازشدگی شاخک‌های کولیس به شکل زیر خواهد بود.



$$1/0.02 \text{ mm} - 0.98 \text{ mm} = 0.02 \text{ mm} \text{ دقت}$$

$$0.02 \text{ mm} / 2 \text{ mm} = 0.01 \text{ mm} \text{ خطا}$$

دقت در این نوع کولیس mm ۰/۰۲ و خطا mm ۰/۰۱ می‌باشد. اساس خواندن کولیس‌های ۰/۰۲ مانند شکل زیر است.

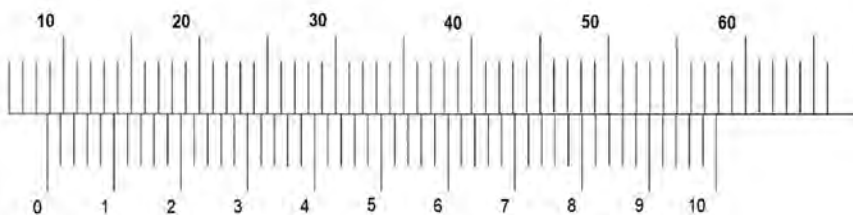


$$AB = OA - OB = 41 \text{ mm} - 28 (0/98 \text{ mm}) = 13/56 \text{ mm}$$

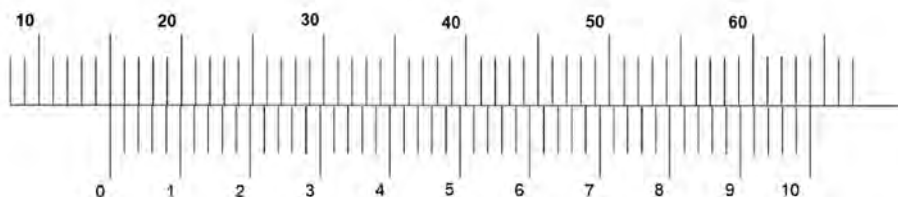
$$AB = 13/56 \text{ mm} \pm 0/01 \text{ mm}$$

برای خواندن سریع کولیس ۰/۰۲ ابتدا باید نحوه خواندن عددهای نوشته شده روی درجه‌های ورنیه را بدانیم مثلاً را ۰/۲۰ و یا اگر یک درجه از دو گذشته باشد آن را ۰/۲۲ می‌خوانیم. حال می‌خواهیم مقدار بالا را بخوانیم ابتدا کافی است از روی خط‌کش اصلی محل صفر ورنیه را نگاه کنیم که از ۱۳ میلی‌متر گذشته است برای خواندن قسمت اعشاری از ورنیه کمک می‌گیریم و دنبال خطی از ورنیه می‌گردیم که بر خطی از خط‌کش منطبق باشد. مشاهده می‌شود که انطباق بین خطوطی که روی آن ۵ و ۶ نوشته شده است اتفاق افتاده است. بنابراین مقدار مورد نظر ۰/۵۶ است حال اگر بخوایم مقدار نهایی را بخوانیم برابر ۱۳/۵۶ mm خواهد بود و مطابق بالا می‌توانیم این مقدار را همراه با خطا گزارش کنیم بدون اینکه نیاز به رقمی برای اضافه کردن داشته باشد البته اینجا خود خواندن همراه با حدس و گمان می‌باشد زیرا خط‌ها خیلی به هم نزدیک هستند و شاید دو نفر گزارش‌های متفاوتی داشته باشند.

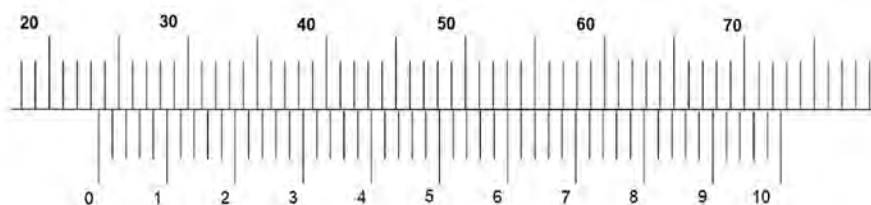
تمرین: مقدار نشان داده شده توسط کولیس‌های زیر را همراه با خطا گزارش کنید.



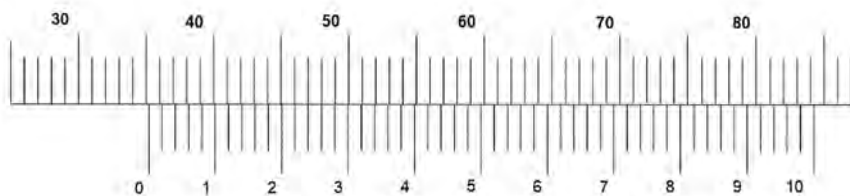
جواب:  $8/86 \text{ mm} \pm 0/01 \text{ mm}$



جواب:  $۱۵/۰۰ \text{ mm} \pm ۰/۰۱ \text{ mm}$

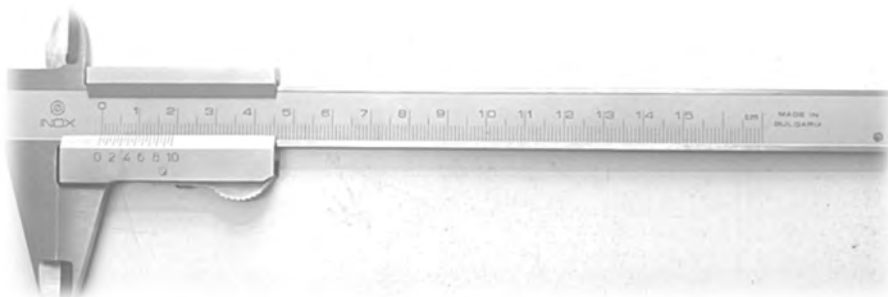


جواب:  $۲۳/۶۴ \text{ mm} \pm ۰/۰۱ \text{ mm}$

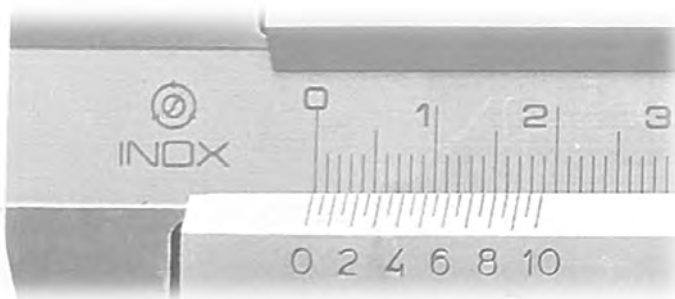


جواب:  $۳۵/۲۲ \text{ mm} \pm ۰/۰۱ \text{ mm}$

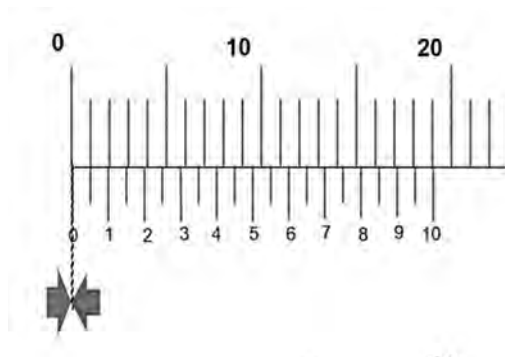
### کولیس های ۰/۰۵



برای بهتر دیدن درجه های ورنیه آن را به شکل زیر نمایش می دهیم همان طور که مشاهده می شود در این نوع کولیس ۱۹ میلی متر از خط کش اصلی در ورنیه به  $20^\circ$  قسمت مساوی تقسیم شده است. فاصله هر دو خط روی ورنیه  $0.95 \text{ mm}$  می باشد.



اگر ورنیه را به سمت راست حرکت دهیم تا اولین انطباقی که انجام می شود کمترین میزان بازشدگی شاخک های کولیس به شکل زیر خواهد بود.



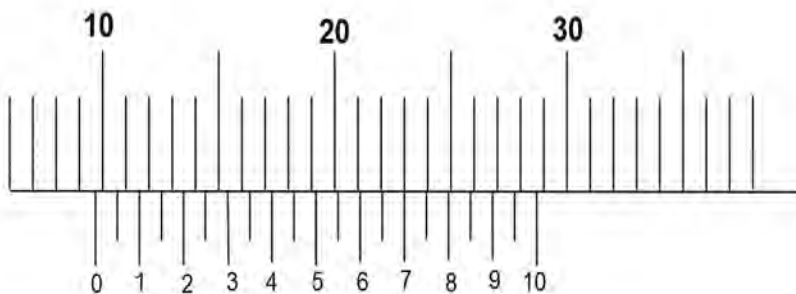
$$1.00 \text{ mm} - 0.95 \text{ mm} = 0.05 \text{ mm} \text{ دقت}$$

$$0.05 \text{ mm} / 2 \text{ mm} = 0.025 \text{ mm}$$

$$0.3 \text{ mm} \text{ خطا بعد از گرد کردن}$$



**توجه :** لازم به توضیح است که در اینجا خطا را به طرف بالا گرد می کنیم زیرا رقم مشکوک ما در مرتبه صدم میلی متر قرار دارد نه مرتبه هزارم و همین طور سعی می شود که خطا به صورت یک رقم بامعنا نوشته شود.

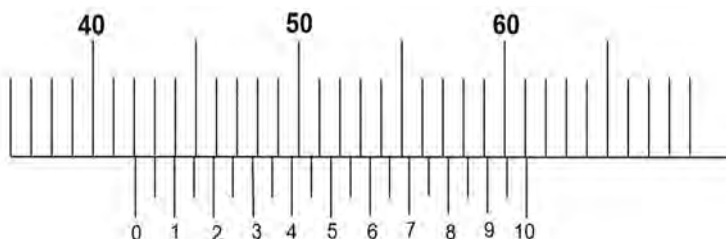


برای خواندن سریع کولیس  $0.5^\circ$  ابتدا باید نحوه خواندن عددهای نوشته شده روی درجه های ورنیه را بدانیم مثلاً  $2^\circ$  را  $20^\circ$  و مثلاً درجه بعد از  $2^\circ$  را  $25^\circ$  می خوانیم. حال می خواهیم مقدار بالا را بخوانیم ابتدا کافی است از روی خط کش اصلی محل صفر ورنیه را نگاه کنیم که از  $9$  میلی متر گذشته است برای خواندن قسمت اعشاری از ورنیه کمک می گیریم و دنبال خطی از ورنیه می گردیم که بر خطی از خط کش منطبق باشد. مشاهده می شود که انطباق برای خطی که روی آن  $7$  نوشته شده است اتفاق افتاده است. بنابراین مقدار مورد نظر  $7^\circ$  حال اگر بخواهیم مقدار نهایی را بخوانیم برابر  $9.7^\circ \text{ mm}$  خواهد بود می توانیم این مقدار را همراه با خطا به صورت زیر گزارش کنیم.

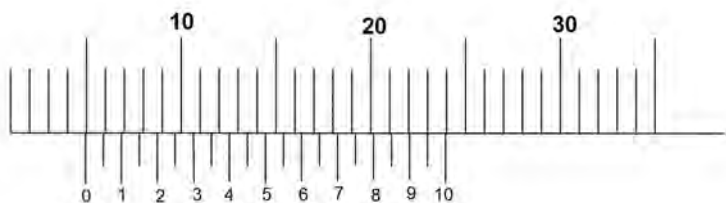
$$(9.7^\circ \pm 0.3^\circ) \text{ mm}$$

### تمرین

مقدار نشان داده شده توسط کولیس های زیر را همراه با خطا گزارش کنید.



$$\text{جواب : } (42.05^\circ \pm 0.3^\circ) \text{ mm}$$



جواب :  $mm (4.95 \pm 0.03)$

توجه : در حالت کلی می‌توان گفت که دقت کولیس برابر است با دقت خط‌کش اصلی (۱ mm) تقسیم بر تعداد تقسیم‌های ورنیه  
 تعداد تقسیم‌های ورنیه / دقت خط‌کش اصلی = دقت کولیس

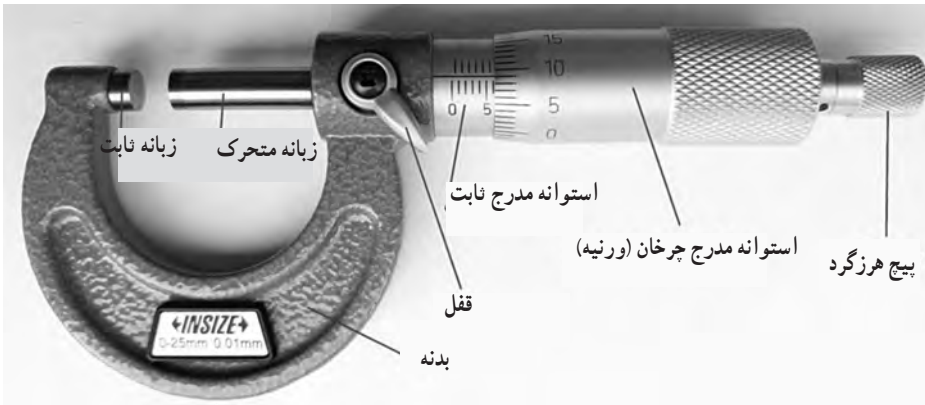
## اندازه‌گیری‌هایی به ضخامت یک برگه کاغذ

۲۷

هدف : آشنایی با ساختمان ریزسنج و اندازه‌گیری با آن



## ریزسنگ و اجزای مختلف آن



نکاتی را که در مورد ریزسنگ باید رعایت نمود:

**۱** ابتدا به کمک پیچ هرزگرد فک‌های ثابت و متحرک را به هم متصل کنید. آیا صفر استوانه ثابت و متحرک در مقابل هم قرار دارند؟ در صورتی که دستگاه خطای صفر داشت باید به کمک آچار مخصوص که همواره همراه با وسیله وجود دارد آن را تنظیم کنیم. برای تنظیم صفر دستگاه کافی است که زایده آچار را در سوراخ روی استوانه ثابت قرار داد و آن را در جهت مناسب بچرخانید تا خطای صفر از بین برود.

۲ برای باز کردن اشکالی ندارد که از استوانه چرخان استفاده کنید اما برای سفت کردن همواره از پیچ هرزگرد استفاده نمایید و بعد از شنیدن صدای آن دیگر آن را نچرخانید.

۳ سعی کنید همواره با یک دست بدنه ریزسنگ را گرفته و با دست دیگر پیچ هرزگرد را بچرخانید.

۴ معمولاً روی بدنه ریزسنگ‌ها دقت و میزان بازشدگی فک‌های ثابت و متحرک نوشته شده است.

**۵** در این نوع ریزسنگ‌ها دقت برابر  $0.1\%$  است بنابراین خطا برابر  $0.5\text{ mm}$  می‌باشد و اگر بخواهیم مقدار خوانده شده را همراه با خطا گزارش کنیم باید از رقم حدسی استفاده کنیم که در صورت انطباق این مقدار برابر صفر می‌باشد.



همان طور که در زیر مشاهده می شود فاصله خط های استوانه ثابت برابر ۵ mm می باشد و محیط استوانه چرخانه به ۵۰ قسمت مساوی تقسیم شده است و با هر دور چرخش استوانه مدرج چرخان زبانه های ریزسنج نیم میلی متر از هم باز می شوند یعنی کمترین مقدار باز شدگی زبانه ها برابر ۰/۱ mm می باشد که همان دقت ریزسنج می باشد.



برای خواندن ریزسنج کافی است که ابتدا از روی استوانه مدرج ثابت مقدار را می خوانیم که در مورد مقدار بالا می توان گفت که این مقدار برابر است با : ۲۰/۵ mm برای خواندن دقیق آن از استوانه مدرج چرخان کمک می گیریم که ۲۶۲/۰ mm را نشان می دهد توجه کنید که رقم ۲ حدسی است زیرا انطباق نداریم. در نهایت مقدار گزارش شده همراه با خطا به صورت زیر خواهد بود :

$$۲۰/۰۰۰\text{mm} + ۰/۲۶۰\text{mm} + ۰/۰۰۲\text{mm}$$

$$۲۰/۲۶۲\text{mm} \pm ۰/۰۰۵\text{mm}$$

### تمرین

مقدار نشان داده شده توسط ریزسنج های زیر را همراه با خطا گزارش کنید.



ب



الف

### جواب ها

$$۲/۰۰۰\text{ mm} + ۰/۳۷۰\text{ mm} + ۰/۰۰۴\text{ mm} \text{ (الف)}$$

$$۲/۳۷۴\text{ mm} \pm ۰/۰۰۵\text{ mm}$$

$$۲۰/۵۰۰\text{ mm} + ۰/۲۶۰\text{ mm} + ۰/۰۰۰\text{ mm} \text{ (ب)}$$

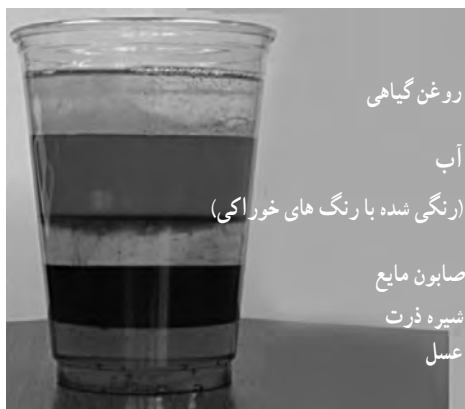
$$۲/۷۶۰\text{ mm} \pm ۰/۰۰۵\text{ mm}$$

## چگالی

## ۲۸

هدف : اندازه گیری چگالی مواد گوناگون

با توجه به اینکه این مبحث در دوره متوسطه اول هم وجود دارد و در فیزیک ۱ پایه دهم در فصل اول توضیح داده شده است در اینجا فقط یک نمونه ساختن مایع های مختلف مخلوط نشدنی را با شکل توضیح می دهیم.



## پرسش و فعالیت های تکمیلی

- ۱ حجم اجسامی که شکل هندسی مشخصی ندارند و در آب حل می شوند را، چگونه تعیین می کنند؟
- ۲ چگونه می توان حجم یک قطعه چوب یا یونولیت را که شکل هندسی مشخصی ندارد، اندازه گیری کرد؟

## پاسخ پرسش ها

- ۱ باید مایع مناسبی پیدا کنیم که جسم ما در آن حل نشود و به کمک استوانه مدرج و این مایع حجم آن را اندازه گیری کنیم مثلاً حبه قند در نفت حل نمی شود. به کمک ترازو جرم را اندازه گیری کرده و در نهایت چگالی را محاسبه می کنیم.
- ۲ به دو روش می توان این کار را انجام داد
- الف) اگر چگالی آن را داشته باشیم با اندازه گیری جرم آن و استفاده از رابطه چگالی می توان حجم آن را به دست بیاوریم.
- ب) با بستن جسمی با چگالی زیاد به قطعه چوب و یا یونولیت به گونه ای که کامل در آب قرار گیرد می توانیم این کار را انجام دهیم.

## اصل ارشمیدس

۲۹

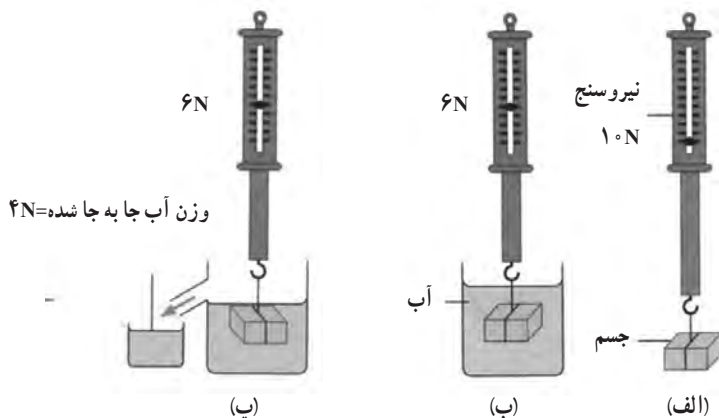
**هدف:** بررسی تجربی اصل ارشمیدس – اندازه گیری نیروی شناوری وارد بر یک جسم

طبق اصل ارشمیدس وقتی تمام یا قسمتی از یک جسم در شاره ای فرو رود، شاره نیرویی بالا سو بر آن وارد می کند که با وزن شاره جابه جا شده توسط جسم برابر است.

برای توضیحات بیشتر به فصل سوم صفحه های ۸۲ و ۸۳ کتاب فیزیک ۱ پایه دهم مراجعه نمایید.

## پاسخ پرسش ها

۱ مطابق شکلی که در کتاب فیزیک ۱ پایه دهم آمده می توان این آزمایش را انجام داد.



آزمایشی ساده برای تحقیق اصل ارشمیدس

۲ حجم آب جابه جا شده  $20$  میلی لیتر یا همان  $20$  سانتی متر مکعب است که از وزن جسم غوطه ور کم شده است و نیروی شناوری نام دارد. بنابراین می دانیم که جرم  $20$  سانتی متر مکعب آب برابر  $20g$  گرم یا  $20g = 0.02Kg$  کیلوگرم است و وزن آن برابر  $0.2N$  نیوتن می باشد.

## اندازه گیری دما

۳۰

هدف : آشنایی با انواع دماسنج و دماسنجی

## پرسش و فعالیت های تکمیلی

۱ چه عواملی بر نقطه ذوب یخ و جوش آب، مؤثر است؟

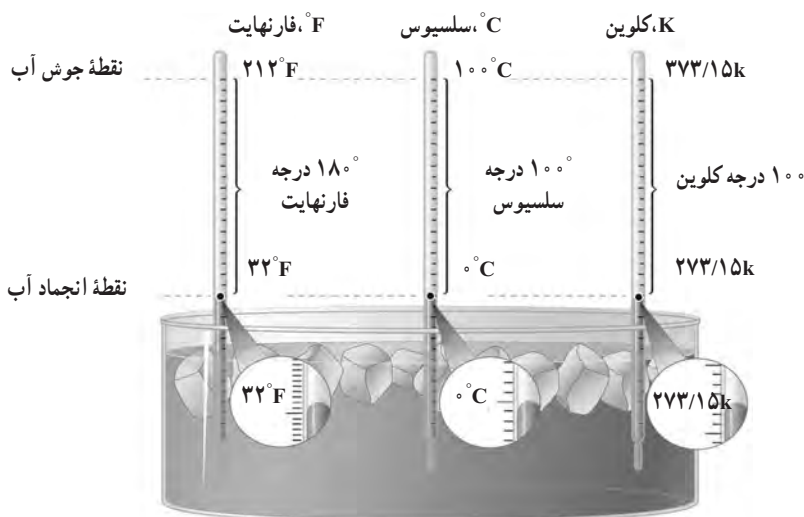
۲ به کمک دماسنجی که دو مقیاس دمایی (سلسیوس و فارنهایت) دارد، دمای آزمایشگاه را اندازه بگیرید و آنها را با هم مقایسه کنید.

۳ گستره یا حدود اندازه‌گیری دماسنج به چه عواملی بستگی دارد؟  
با توجه به اینکه یک نکته خاصی در مورد آزمایش مورد نیاز نیست و فقط انجام مراحل آن به دقت می‌تواند کافی باشد فقط به پاسخ پرسش‌ها اکتفا می‌کنیم.

## پاسخ پرسش‌ها

۱ عواملی مانند فشار و ناخالصی که در مورد نقطه ذوب یخ افزایش فشار نقطه ذوب یخ را بالا می‌برد و ناخالصی آن را پایین می‌آورد و در مورد آب، افزایش فشار نقطه جوش را بالا می‌برد و ناخالصی آن را هم بالا می‌برد؛ مثلاً اضافه نمودن نمک به آب و یا اتیلن گلیکول در ضد یخ‌ها باعث افزایش دمای جوش آب و پایین رفتن دمای انجماد آن می‌شود.

۲ در کتاب فیزیک ۱ پایه دهم مقیاس‌های سلسیوس، فارنهایت و کلونین معرفی شده و رابطه بین آنها هم آورده شده است. قسمتی از صفحه ۹۷ این کتاب.



مقایسه یکاهای فارنهایت، سلسیوس و کلونین

یکای رایج دیگر دما که هنوز هم در صنعت و هواشناسی کاربرد دارد، فارنهایت است. شکل ۴-۴ مقایسه‌ای از این سه یکای دما را نشان می‌دهد.

با کمی دقت متوجه می‌شویم که رابطه مقیاس دمای فارنهایت (F) و سلسیوس (θ) به صورت  

$$F = \frac{9}{5}\theta + 32$$
 است.



۳ گستره دماسنجی یک دماسنج توسط چند عامل محدود می شود یکی از مهم ترین آنها کمیت دماسنجی است مثلاً اگر کمیت دماسنجی ما انبساط و انقباض یک مایع مانند جیوه و یا الکل باشد. دمای جوش و دمای انجماد این مایع ها می تواند این گستره را محدود کند. البته باید توجه داشت که هر دماسنجی را برای اندازه گیری گستره ای از دما می سازند و این گستره اگر دماسنج درجه بندی باشد روی آن معلوم است و اگر دیجیتال باشد هم روی آن نوشته شده است باید دقت کرد که اگر از دماسنجی خارج از این گستره استفاده نمود امکان صدمه دیدن آن خیلی زیاد است.

## ظرفیت گرمایی گرماسنج

۳۱

هدف : اندازه گیری ظرفیت گرمایی گرماسنج

### پرسش و فعالیت های تکمیلی

۱ برای اندازه گیری دماهای  $\theta_1$  و  $\theta_2$  در این آزمایش چرا باید اندکی صبر کنیم؟

۲ ظرفیت گرمایی گرماسنج، به چه عواملی بستگی دارد؟

با توجه به اینکه نکته خاصی در مورد آزمایش مورد نیاز نیست و فقط انجام مراحل آن به دقت می تواند کافی باشد فقط به پاسخ پرسش ها اکتفا می کنیم.

### پاسخ پرسش ها

۱ در هر اندازه گیری دما توسط دماسنج بسته به نوع دماسنج مدت زمانی لازم است تا دماسنج با محیطی که در آن قرار دارد به تعادل گرمایی برسد و با آن هم دما شود و دیگر تغییر نکند تا بتواند دما را به درستی نشان دهد.

۲ ظرفیت گرمایی گرماسنج از جمله ویژگی های این وسیله می باشد و به عوامل مختلفی از جمله جنس بدنه نوع عایق بندی اجزای مختلف آن و مخصوصاً در پوش آن بستگی دارد.

## گاز آرمانی (کامل) در دمای ثابت

**هدف:** اثبات رابطه بویل ماریوت در گازهای آرمانی  
برای توضیحات بیشتر از آنچه در دستور کار آمده است به صفحه ۱۳۹ کتاب فیزیک ۱ پایه دهم مراجعه نمایید.

### توصیه لازم برای مربی

۱ قبل از انجام اندازه گیری، تست نشتی شیر و لوله دستگاه را انجام دهید. برای این کار پیستون را تا جایی که امکان دارد به عقب ببرید سپس پیچ خروجی هوای دستگاه را ببندید. پیستون را به جلو حرکت دهید تا فشارسنج تغییر را نشان دهد مدتی صبر کنید و بررسی نمایید که آیا فشار ثابت مانده است یا نه؟ در صورتی که فشار کاهش یابد نشان می دهد که دستگاه نشتی دارد و باید این نشتی رفع گردد تا دستگاه برای انجام آزمایش آماده گردد.

۲ فشاری که فشارسنج دستگاه نشان می دهد بر حسب بار است و برای هماهنگی یکاها، فشار هوای آزمایشگاه را بر حسب بار جایگزین کنید.

$$1\text{ bar}=10^5\text{ Pa}$$

### پاسخ پرسش ها

۱ حاصل ضرب حجم در فشار تقریباً ثابت است.

۲ آزمایش را برای دو حالت مختلف از حجم گاز محبوس انجام می دهیم و با داشتن  $V_1$  و  $V_2$  و  $P_1$  و  $P_2$  از رابطه زیر  $P_0$  به دست می آید.

$$V_1(P_0+P_1)=V_2(P_0+P_2)$$

## انبساط طولی جامدها

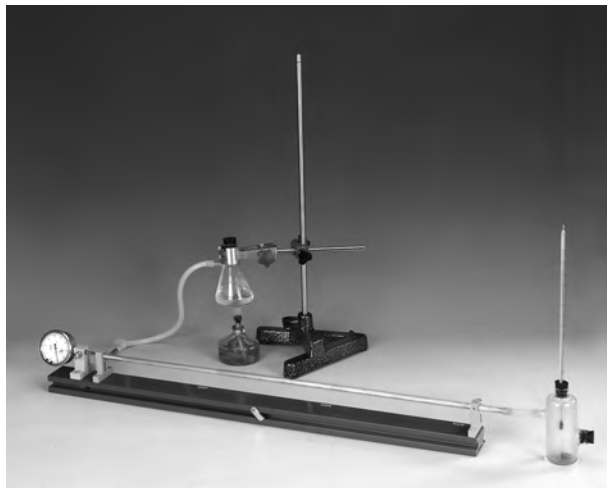
۳۳

توجه: این آزمایش در صفحه ۱۰۲ کتاب فیزیک ۱ پایه دهم قرار دارد.

هدف: اندازه‌گیری ضریب انبساط طولی

وسایله‌های موردنیاز: دستگاه اندازه‌گیری ضریب انبساط طولی، چند لوله فلزی توخالی، ارلن با لوله جانبی و درپوش، لوله لاستیکی، دماسنج، مجموعه پایه و گیره و چراغ الکلی.

شرح آزمایش:



۱ طول لوله تو خالی مورد نظر را اندازه بگیرید ( $L_1$ ) و لوله را روی دستگاه نصب کنید.

۲ در ارلن مقداری آب بریزید و درپوش آن را بگذارید.

۳ دمای محیط را بخوانید ( $\theta_1$ ) و دماسنج را در جای نشان داده شده قرار دهید.

۴ ارلن را گرما دهید تا آب جوش آید.

۵ آن قدر صبر کنید تا بخار آب از لوله خارج و لوله تو خالی کاملاً گرم شود و سپس دمای دماسنج را بخوانید ( $\theta_2$ ).

۶ افزایش طول میله توخالی را با ریزسنج متصل به دستگاه اندازه بگیرید ( $\Delta L$ ).

۷ با استفاده از رابطه ۲-۴ ضریب انبساط طولی را به دست آورید.

$$\Delta L = \alpha L_1 \Delta T \quad (2-4)$$

۸ می‌توانید این آزمایش را برای میله‌های توخالی دیگر، تکرار کنید.

**توجه :** از تماس ریزسنگ دستگاه با میله قبل از گرم کردن آن مطمئن شوید. و مقدار اولیه‌ای را که ریزسنگ نشان می‌دهد یادداشت نمایید.

| جدول ۱-۴ ضریب انبساط طولی برخی اجسام |                                |                           |                                |
|--------------------------------------|--------------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| ماده                                 | ضریب انبساط طولی $\frac{1}{k}$ | ماده                      | ضریب انبساط طولی $\frac{1}{k}$ |
| الماس                                | $1/2 \times 10^{-6}$           | مس                        | $17 \times 10^{-6}$            |
| شیشه پیرکس                           | $3/2 \times 10^{-6}$           | برنج                      | $19 \times 10^{-6}$            |
| شیشه معمولی                          | $9-12 \times 10^{-6}$          | آلومینیوم                 | $23 \times 10^{-6}$            |
| فولاد                                | $11-13 \times 10^{-6}$         | سرب                       | $29 \times 10^{-6}$            |
| بتون                                 | $10-14 \times 10^{-6}$         | یخ ( $^{\circ}\text{C}$ ) | $51 \times 10^{-6}$            |

## گرمای ویژه

۳۴

**توجه :** این آزمایش در صفحه ۱۱۵ کتاب فیزیک ۱ پایه دهم قرار دارد.

**هدف :** تعیین گرمای ویژه فلزی با جنس نامعین

وسایله‌های مورد نیاز : گرماسنج با ظرفیت گرمایی معین، یک جسم کوچک فلزی (مثل یک وزنه فلزی قلاب‌دار)، دماسنج، ترازو، بشر شیشه‌ای، چراغ گازی، سه پایه و شعله پخش کن، انبر. شرح آزمایش :



۱ مقدار آب با جرم معلوم را درون گرماسنج بریزید و صبر کنید تا دمای گرماسنج و آب، یکسان شود. این دما را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

۲ جرم جسم فلزی را به کمک ترازو اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

۳ جسم فلزی را درون بشر قرار دهید، مقداری آب روی آن بریزید و سپس مجموعه را

روی چراغ گازی روشن بگذارید.

۴ صبر کنید تا آب چند دقیقه بجوشد. دمای آب را در این حالت اندازه بگیرید. این دما، همان دمای جسم فلزی نیز هست.

۵ جسم داغ شده را توسط انبر به سرعت درون گرماسنج بیندازید.

۶ آب درون گرماسنج را با همزن آن به هم بزنید و دمای تعادل را اندازه گرفته و یادداشت کنید.

۷ با استفاده از رابطه ۴-۱ کتاب فیزیک گرمای ویژه جسم فلزی را به دست آورید.

## گرمای نهان ذوب یخ

۳۵

توجه: این آزمایش در صفحه‌های ۱۱۹ و ۱۲۰ کتاب فیزیک ۱ پایه دهم قرار دارد.

هدف: تعیین گرمای نهان ذوب یخ

وسایله‌های مورد نیاز: بشر شیشه‌ای با حجم  $400\text{ cc}$ ، چراغ گازی، سه پایه، توری نسوز، ترازو، مقداری مخلوط آب و یخ، گرماسنج با ظرفیت گرمایی معلوم و دماسنج.

شرح آزمایش:

۱  $20^\circ\text{C}$  آب در بشر بریزید و آن را روی سه پایه قرار دهید. چراغ گاز را روشن کنید تا دمای آب دست کم به  $6^\circ\text{C}$  برسد.

۲ آب گرم را درون گرماسنج بریزید و پس از مدتی دمای تعادل آب و گرماسنج را با دماسنج اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

۳ قطعه یخی به جرم تقریبی  $50\text{ g}$  را از درون مخلوط آب و یخ (با دمای  $0^\circ\text{C}$ ) بیرون آورده و جرم آن را اندازه گرفته و یادداشت کنید.

۴ یخ را درون گرماسنج بیندازید و صبر کنید تا کاملاً ذوب شود. اینک دمای تعادل را اندازه بگیرید.

۵ با استفاده از اعداد به دست آمده، گرمای ذوب یخ ( $L_F$ ) را حساب کنید.

توجه: در بند ۳ اندازه‌گیری جرم یخ به این شیوه چون یخ در حال ذوب است شاید کمی مشکل باشد. کافی است که جرم آب و گرماسنج را در بند ۲ اندازه بگیریم و قطعه یخ را برداشته و با دستمال آن را خشک کرده و داخل گرماسنج قرار دهید. و دوباره جرم مجموعه را اندازه بگیریم به سادگی جرم قطعه یخ محاسبه خواهد شد.

## گرمای نهان تبخیر آب

**توجه:** این آزمایش در صفحه ۱۲۳ کتاب فیزیک ۱ پایه دهم قرار دارد.

**هدف:** تعیین گرمای نهان تبخیر آب

وسایله‌های مورد نیاز: بشر  $20^{\circ}\text{C}$ ، دماسنج، سه پایه، توری، پایه و گیره، چراغ گاز، زمان‌سنج، آب و ترازو

**شرح آزمایش:**



۱ جرم بشر خالی را اندازه‌گیری کنید و مقدار معینی آب (مثلاً

$200\text{ g}$ ) در آن بریزید.

۲ توری را روی سه پایه بگذارید. چراغ را زیر آن روشن

کنید و بشر را روی توری قرار دهید.

۳ دماسنج را به کمک پایه و گیره طوری درون بشر قرار دهید

تا مخزن آن کمی پایین‌تر از سطح آب باشد.

۴ در لحظه‌ای که دمای آب به  $\theta_1 = 70^{\circ}\text{C}$  می‌رسد زمان‌سنج را روشن کنید ( $t_1 = 0\text{ s}$ ).

۵ صبر کنید تا آب به جوش آید. زمان ( $t_2$ ) و دمای ( $\theta_2$ ) را ثبت کنید.

۶ با استفاده از رابطه  $P(t_2 - t_1) = mc(\theta_2 - \theta_1)$  و جای‌گذاری مقادیر معلوم، توان گرما دهی چراغ به

آب ( $P$ ) را به‌دست آورید.

۷ گرما دادن را آن‌قدر ادامه دهید تا مقدار قابل‌ملاحظه‌ای از آب بخار شود (تذکر: در طول گرمادادن

باید شرایط چراغ و بشر ثابت بماند تا توان گرمادهی چراغ به آب تغییر نکند).

۸ زمان ( $t_2$ ) را ثبت کنید. بشر را از روی چراغ بردارید و با وزن کردن آن جرم بخار شده ( $m'$ ) را

به‌دست آورید.

۹ گرمای تبخیر را با استفاده از رابطه  $P(t_2 - t_1) = m' L_v$  به‌دست آورید.

**توجه:** این آزمایش را برای گرفتن نتیجه بهتر می‌توان به روش دیگر انجام داد. به جای بشر از یک

گرماسنج با ظرفیت گرمایی مشخص استفاده می‌کنیم به‌این صورت که مقداری بخار را به کمک یک لوله

پلاستیکی به داخل گرماسنج آب با دمای مشخص دارد هدایت می‌کنیم بعد از کمی که دمای آب

تغییر کرد بخار را قطع کرده و دوباره جرم گرماسنج همراه با آب و بخار را اندازه می‌گیریم و از جرم اولیه کم

می‌کنیم تا جرم بخار وارد شده به‌دست آید سپس مقدار گرمایی را که آب داخل گرماسنج از بخار آب گرفته

است از تغییر دمای آب داخل گرماسنج محاسبه می‌کنیم.

## فصل چهارم

# آزمایش‌های کاوشگری

## فصل در یک نگاه

۱ چگونه رطوبت نسبی هوای محل زندگی خود را اندازه بگیریم؟ ۲ کوهنوردان، چگونه با استفاده از نقشه‌های عارضه نگاری مسیریابی می‌کنند؟ ۳ کیفیت آب موجود در کدام زمین‌ها، برای آشامیدن مناسب‌تر است؟ ۴ گیاهان چگونه وزن کم می‌کنند؟ ۵ آیا کاتالیزگرهای زیستی می‌توانند نقش سم‌زدایی داشته باشند؟ ۶ آیا گیاهان با هم رقابت می‌کنند؟ ۷ چگونه آب سخت می‌شود؟ ۸ بین دما و حجم گاز در فشار ثابت چه رابطه‌ای وجود دارد؟ ۹ آیا همه واکنش‌ها برگشت پذیرند؟ ۱۰ هنگام انجام واکنش‌های شیمیایی چه اتفاقی می‌افتد؟ ۱۱ چگونه یون‌ها را در محلول شناسایی کنیم؟ ۱۲ چگونه می‌توان نمودار انحلال پذیری نمک را رسم کرد؟ ۱۳ عملکرد کاتالیزگرها چیست؟ ۱۴ چگونه قطر نخ قرقره یا سیم لاکه را با خط کش اندازه‌گیری کنیم؟ ۱۵ فشار در یک مایع به چه عاملی بستگی دارد؟ ۱۶ چگونه می‌توان یک چگالی سنج ساده ساخت؟ ۱۷ چرا روی سطح خیابان‌ها و جاده‌های یخ‌زده، نمک می‌پاشند؟ ۱۸ چگونه در روزهای خیلی سرد زمستان، که سطح آب دریاچه‌ها یخ می‌زند، ماهی‌ها زنده می‌مانند؟ ۱۹ چگونه یک دماپای (ترموستات) ساده بسازیم؟ ۲۰ کدام یک گرمای بیشتری مبادله می‌کند؟

## پیامد

دانش‌آموزان با انجام آزمایش، به شیوه کاوشگری به یافته‌های جدید دست یابند و آن را به موقعیت‌های نو تعمیم دهند.



## چگونه رطوبت نسبی هوای محل زندگی خود را اندازه بگیریم؟

هوا باید دارای کیفیت مناسب جهت تنفس باشد. هوایی که خشک یا بسیار مرطوب باشد، آزاردهنده و برای سلامت انسان مضر است. رطوبت هوا یکی از ویژگی هایی است که باید مقدار آن در هوا حدود ۵۰ درصد باشد. آزمایش اندازه گیری رطوبت، محیط های مناسب را به ما نشان می دهد.



در زمستان ها، به دلیل استفاده از گرم کننده ها، هوای داخل اتاق خشک و ناسالم می شود به همین دلیل، می توان با اندازه گیری رطوبت نسبی آن و پی بردن به خشکی هوا، از دستگاه بخور استفاده نمود. برای اندازه گیری رطوبت نسبی هوا، فقط نیاز به دو دماسنج و جدول رطوبت نسبی داریم تا اختلاف دمای دو دماسنج را به دست آوریم. در جدول مربوطه از تقاطع دمای دماسنج خشک و اختلاف دمای دو دماسنج، عددی به دست می آید که درصد رطوبت نسبی است. برای جلوگیری از خشک شدن دماسنج مرطوب، آن را در مخزن بزرگ تری از آب قرار می دهیم.

### ۱ دماسنج مرطوب

۲ علت اختلاف دما، تبخیر آب دماسنج مرطوب و کاهش دمای مخزن است.

## پاسخ پرسش ها

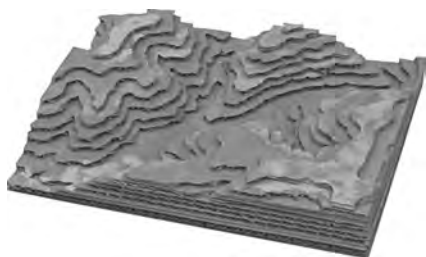
۱ ۶۲ درصد. محل تلاقی دمای ۲۳ درجه دماسنج خشک و ۵ درجه اختلاف دمای دو دماسنج، میزان رطوبت نسبی بر حسب درصد را نشان می دهد.

۲ خیر

۳ در صورتی که رطوبت نسبی ۱۰۰ درصد باشد.

۴ نشان دهنده هوای گرم و خشک است.

## کوهنوردان، چگونه با استفاده از نقشه‌های عارضه‌نگاری مسیر یابی می‌کنند؟



نمایش ارتفاع روی سطح یک نقشه، به کمک منحنی‌های میزان صورت می‌گیرد. برای دریافت مفهوم آن می‌توان از ماکت‌سازی استفاده کرد.

۱ مقواهای دور ریز را با برش دادن و چسباندن به یکدیگر، به یک ماکتی از پستی و بلندی زمین یک منطقه تبدیل کنید. حال اگر دور برش‌ها را خط بکشید و مقواها را بردارید، یک نقشه توپوگرافی دارید.

۲ یک لیوان تلسکوپی بردارید و در روی کاغذ دور آن خط بکشید و در هر مرحله یک پایه کوتاه کنید. دوائر متحدالمرکز، شبیه سازی منحنی‌های میزان است.

### پاسخ پرسش‌های متن

- شیب بیشتر، یعنی منحنی‌ها به هم نزدیک‌ترند.
- نوک منحنی‌های میزان در محل دره‌ها یا رودخانه‌ها، به سمت ارتفاع بیشتر است.
- پست‌ترین نقطه، در جنوب غرب نقشه قرار دارد.
- نزدیک نقطه D و در زیر نقاط A و B
- دره‌های قابل رفت و آمد در منحنی‌های ۷ مانند و منحنی‌های با فاصله بیشتر—صخره‌های صعب‌العبور در محل منحنی‌هایی با فاصله کم
- بل. زیرا منحنی‌های ۲۰۰۰ و ۲۱۰۰ متری را به یکدیگر وصل می‌کند.
- بهترین مسیر برای کوهنوردی با شیب کمتر است. هر چه منحنی‌ها از هم دورتر باشند، مناسب‌تر است.
- ۱۰۰ متر
- ۱ تونل. زیرا دو نقطه هم ارتفاع هستند و فاصله بین آنها، ارتفاعی بیشتر از این دو نقطه دارد.

## کیفیت آب موجود در کدام زمین‌ها، برای آشامیدن مناسب‌تر است؟



سختی آب به علت وجود مقادیر زیادی مواد معدنی حل شده، مانند کلسیم و گاهی اوقات منیزیم در آب است. وقتی که آب باران از روی سنگ‌های نرم عبور می‌کند، بعضی از مواد معدنی سنگ‌ها در آب حل می‌شود و آن را سخت می‌کند. بدیهی است هر چه مقدار این مواد در آب بیشتر باشد، آب سخت‌تر خواهد بود. سنگ‌های سخت مانند گرانیت، در آب حل نمی‌شوند و در نتیجه نواحی‌ای که در آنجا سنگ‌های سخت وجود دارند، دارای آب نرم خواهند بود.

همان‌طور که می‌دانید آب خالص بی‌بو، بی‌رنگ و بی‌مزه است. در حقیقت آب خالص، آبی است که فاقد هرگونه املاح و ناخالصی دیگر باشد اما، در طبیعت به ندرت چنین آبی یافت می‌شود. البته نباید تصور کرد که آب آشامیدنی مناسب، آن آبی است که فاقد املاح و مواد معدنی باشد زیرا، بعضی از املاح و مواد مورد نیاز بدن از طریق آب آشامیدنی تأمین می‌شود اما میزان این مواد در آب باید در حد مجاز و استاندارد باشد. به‌طور کلی عامل سختی آب، کاتیون‌ها می‌باشند. هرچند آلومینیوم، آهن، منگنز و روی در سختی آب شرکت می‌کنند ولی، کلسیم و منیزیم به مقدار زیاد وجود دارند و کاتیون‌های دیگر یا وجود ندارند یا به مقدار خیلی کم هستند. سختی کل (TH) مجموع مقدار کلسیم (Ca) و منیزیم (Mg) می‌باشد.

سختی آب به دو صورت است: سختی دائم یا سختی غیرکربناتی (Noncarbonated Hardness) شامل سختی بدون نمک‌های بی‌کربناتی (مانند کلرور، سولفات و غیره) و سختی موقت یا سختی کربناتی (Carbonated Hardness) شامل بی‌کربنات کلسیم و منیزیم که از تفاوت سختی کل (TH) و سختی دائم به‌دست می‌آید.

## فایده‌ها و زیان‌های آب سخت

معمولاً شکستگی استخوان‌ها در کسانی که آب سخت می‌آشامند، زودتر بهبود می‌یابد. اما در مقابل، سختی بیش از حد آب نیز مضراتی دارد. یکی از این مضرات این است که نوشیدن بیش از حد آب سخت، موجب رسوب در افراد سنگ‌ساز می‌شود و همچنین موجب بیماری‌های گوارشی به ویژه سنگ کلیه

است. آب سخت همچنین موجب از دست دادن طعم و مزه نوشیدنی‌ها می‌شود. دیر پخته شدن و سفتی حبوبات با آب سخت نیز از دیگر عوارض آن است. به علاوه، آب سخت به جداره دیگ‌های بخار، آسیب می‌زند و باعث خوردگی و ایجاد قشر آهکی بر روی جداره دیگ‌ها و تأسیسات مرتبط می‌شود. خوب کف نکردن صابون هم، از دیگر اثرات سختی آب است.

## نکات

- دانستن میزان سختی آب برای شهروندان مفید است. به عنوان مثال در هنگام تنظیم ماشین‌های لباس‌شویی، انتخاب دامنه تغییرات مناسب برای سختی آب می‌تواند به شست‌وشوی بهتر لباس‌ها کمک کند.
- طبق اعلام شرکت آب و فاضلاب استان تهران، میزان سختی آب در شهر تهران از ۱۸۰ تا ۲۰۵ میلی گرم بر لیتر کلسیم کربنات متغیر است.
- در بازار، مواد شیمیایی گوناگونی برای رفع سختی آب به فروش می‌رسد که دارای سدیم کربنات هستند. این مواد سختی آب را قبل از ورود به دیگ‌ها می‌گیرند و یا در دیگ بر اثر افزودن این مواد، آهک و گچ را رسوب می‌دهند و دیگر این رسوب محکم به جدار دیگ نمی‌چسبد و به اصطلاح آن را نرم می‌کنند، به طوری که می‌توان آن را به آسانی پاک نمود. بهترین روش برای رفع سختی آب، استفاده از یک میدان مغناطیسی است که با مغناطیسی کردن آب از چسبیدن رسوبات به محل عبور آب جلوگیری می‌شود.

## پاسخ پرسش‌های متن

نفوذپذیری ماسه از همه بیشتر است.

۷ ماسه، مواد معلق کمتری دارد.

| نوع زمین     | رسی       | ماسه‌ای  | گچ و خاک |
|--------------|-----------|----------|----------|
| زمان عبور آب | ۱۰۵ دقیقه | ۲۰ ثانیه | ۱۵ دقیقه |

| نوع زمین   | رسی     | ماسه‌ای | گچ و خاک |
|------------|---------|---------|----------|
| میزان سختی | ۱۲۰ ppm | ۲۴۰ ppm | ۷۸۰ ppm  |

۸ پیش‌بینی شما می‌تواند درست، یا نادرست باشد.

۹ بهترین گزینه برای برداشت آب زیرزمینی، زمین ماسه‌ای است.

## گیاهان چگونه وزن کم می‌کنند؟

### ایمنی و هشدار

استفاده از دستکش هنگام آزمایش ضروری است.

### دانستنی لازم برای مربی

گیاهان از طریق ریشه آب جذب می‌کنند و از طریق اندام‌های هوایی مقداری از آب خود را از دست می‌دهند. این عمل به وسیله دو روش مختلف تعرق (خروج آب به صورت بخار) و تعریق (خروج آب به صورت مایع) انجام می‌شود که تعرق نقش مهم‌تری دارد. در سطح برگ به عنوان اندام اصلی تعرق در گیاه روزه‌های هوایی فراوانی وجود دارد. قسمت اعظم تعرق از میان روزه‌های هوایی آن انجام می‌شود، لذا این نوع تعرق را تعرق روزه‌ای می‌نامند. از سوی دیگر در سطح اندام‌های هوایی جوان مقداری از تعرق از طریق یاخته‌های روپوست و از میان کوتیکول (پوستک) سطح آنها خارج می‌شود که این پدیده را تعرق کوتیکولی می‌گویند.

### نقش تعرق در جذب آب از ریشه

تعرق از سطح برگ‌ها سبب کاهش پتانسیل آب برگ نسبت به پتانسیل آب ریشه می‌شود. هر چقدر تعرق بیشتر باشد به همان اندازه هم شدت جذب آب بیشتر است. زمانی که تعرق صورت می‌گیرد، پتانسیل یاخته‌های برگ منفی‌تر از ساقه و در ساقه بیشتر از ریشه خواهد شد. در نتیجه، پتانسیل آب ریشه نیز منفی‌تر از خاک شده، آب از خاک به ریشه وارد و از طریق آوندهای چوبی به سمت بالا کشیده می‌شود، در نتیجه جریان آب از خاک به طرف اتمسفر خواهد بود که باعث انتقال مواد محلول مورد نیاز گیاه همراه با صعود آب می‌شود. هرگاه پتانسیل آب جو افزایش یابد و جو از آب اشباع شود، جذب آب توسط سیستم ریشه‌ای و انتقال شیره خام در آوندهای چوبی به حداقل رسیده و یا متوقف می‌شود. تعرق در واقع باعث ایجاد یک فشار منفی می‌شود که می‌تواند صعود شیره خام را حتی تا ارتفاع بیش از ۱۰۰ متر در برخی درختان موجب شود.

## عوامل مؤثر بر تعرق

**۱ رطوبت نسبی :** هر قدر رطوبت نسبی جو بیشتر باشد، میزان تعرق کمتر خواهد بود. زیرا پتانسیل آب جو در این حالت افزایش می‌یابد. اگر رطوبت نسبی جو به حالت اشباع برسد، تعرق متوقف می‌شود. رطوبت نسبی تحت تأثیر دمای محیط قرار می‌گیرد.

**۲ دما :** دما علاوه بر اثری که روی رطوبت نسبی دارد، در شرایط طبیعی افزایش دما تا  $30-25$  درجه سانتی‌گراد باعث افزایش شدت تعرق شده و از این درجه به بعد باعث کاهش تعرق می‌شود. علت این پدیده آن است که افزایش دما تا  $30$  درجه سانتی‌گراد در بعضی از گونه‌ها مانند پنبه، توتون و قهوه باعث باز شدن روزنه‌ها و پس از آن باعث بسته شدن روزنه‌ها می‌شود. در شمعدانی حتی در  $35$  درجه سانتی‌گراد نیز روزنه باز باقی مانده، در نتیجه تعرق ادامه می‌یابد.

**۳ باد و جریان هوا :** باد باعث تجدید هوا در مجاورت برگ شده و شدت تعرق را افزایش می‌دهد. ولی شدید بودن آن باعث بسته شدن روزنه‌ها و کاهش تعرق می‌شود. از طرف دیگر باد با به حرکت درآوردن برگ‌ها، خروج بخار آب از برگ‌ها را آسان می‌کند.

**۴ روشنایی :** در بسیاری از گیاهان شدت تعرق در تاریکی تقریباً صفر است و روشنایی باعث افزایش شدت تعرق می‌شود که علت آن باز شدن روزنه‌ها در روشنایی است زیرا نزدیک به  $99$  درصد تعرق از طریق روزنه‌ها صورت می‌گیرد. در بعضی از گیاهان مانند گیاهان گوشتی (تیره کاکتوس) روزنه‌ها در روز بسته و در شب بازند. به همین دلیل میزان تعرق این گیاهان در شب بیشتر از روز است.

## عوامل ساختاری

**۱ سطح اندام هوایی :** سطح اندام، به‌ویژه برگ‌ها در تعرق اهمیت فوق‌العاده دارد. ریزش برگ‌ها هنگام پاییز و زمستان در درختان خزان‌شونده مناطق معتدل و به هنگام تابستان در گیاهان مناطق نیمه خشک، به‌طور قابل ملاحظه‌ای از شدت تعرق می‌کاهد. همچنین وجود خار یا برگ‌های با سطح بسیار کاهش یافته در گیاهان مناطق خشک موجب کاهش شدت تعرق می‌شود.

**۲ آرایش بافت‌های برگ :** آرایش بافت‌های برگ در تعرق مؤثرند. بافت زنده‌ای برگ در گیاهان مناطق خشک همیشه فشرده‌تر از بافت زنده‌ای گیاهان مناطق مرطوب است و کوتیکول آنها ضخیم می‌باشد. حتی گاهی بافت‌های بیرونی آنها چوب‌پنبه‌ای و یا چوبی می‌شود که این امر به مقدار زیاد از میزان تعرق می‌کاهد.

**۲ تعداد و وضعیت روزنه ها :** تعداد و وضعیت روزنه ها از عوامل اصلی تعلق به شمار می آید. بین تعداد روزنه ها و شدت تعلق رابطه ای مستقیم وجود دارد. در بعضی گیاهان ساختار تشریحی خاص روزنه ها مثل روزنه های فرورفته باعث کاهش شدت تعلق می شود.

در آزمایش صفحه قبل، جرم گلدان ها هر ۱۲ ساعت یک بار اندازه گیری و ثبت می شود. پس از سه روز مشاهده خواهد شد که گلدانی که با بطری پلاستیکی بدون در پوشانده شده، وزن کمتری دارد، علت این امر را می توان به خروج آب از سطح برگ ها و حتی خاک نسبت داد. در واقع برگ از طریق روزنه های هوایی مقادیر زیادی از آب را به صورت بخار از دست داده که چون مجدداً از طریق آبیاری تأمین نشده، به صورت کاهش وزن نشان داده شده است.

از سوی دیگر وجود آب برای انجام فتوسنتز و غذاسازی ضروری است و کاهش میزان آب می تواند باعث کاهش میزان غذاسازی در گیاه شود.

## آیا کاتالیزگرهای زیستی می توانند نقش سم زدایی داشته باشند؟

۵

### ایمنی و هشدار

هنگام کار با پراکسید هیدروژن از دستکش و عینک استفاده کنید.

مراقب باشید این ماده شیمیایی با دست و چشم های شما تماس نداشته باشد.

### دانستنی های لازم برای مربی

**کبد :** بزرگ ترین غده بدن و بعد از پوست بزرگ ترین عضو بدن است که در زیر پرده دیافراگم پشت دنده ها در قسمت فوقانی راست شکم قرار گرفته است. کبد در بسیاری از اعمال متابولیکی بدن از جمله پروتئین سازی و سم زدایی شرکت دارد و از اندام های مهم و حیاتی بدن است و حدوداً ۱۵۰۰ گرم وزن دارد و بدون آن ادامه حیات غیرممکن است.

مهم‌ترین وظایف کبد شامل متابولیسم کربوهیدرات، پروتئین و چربی، ذخیره و فعال کردن ویتامین‌ها و مواد معدنی، تبدیل آمونیاک به اوره، متابولیسم استروئیدها و بالاخره عمل کردن به عنوان یک صافی برای حفاظت در برابر مواد مضر است که به خون سرازیر می‌شوند. کبد یکی از اعضای بسیار مهم بدن است که خون را تصفیه می‌کند. همچنین صفرا تولید می‌کند. نمک‌های صفراوی برای هضم و جذب چربی و ویتامین‌های محلول در چربی استفاده می‌شوند و محصول نهایی تخریب گویچه‌های قرمز در کبد ترکیب شده و از طریق صفرا دفع می‌شود. مصرف بی‌رویه قندها و مکمل‌های گیاهی بدون نظر پزشک، وزن اضافی، مصرف نوشابه‌ها، برخی داروها و الکل می‌تواند باعث اختلالات کبدی گردد.

**کبد چرب:** کبد چرب یک التهاب کبدی است که در اثر تجمع بیش از اندازه چربی در بافت کبد ایجاد می‌شود. در این بیماری تجمع بیش از حد چربی در کبد، گاه باعث اختلال در فعالیت طبیعی بافت کبد می‌گردد که می‌تواند سیر پیش‌رونده پیدا کند. اگرچه علت اصلی بیماری کبد چرب مشخص نیست، ولی به نظر می‌رسد این بیماری ارتباط نزدیک با برخی بیماری‌های متابولیک دارد که از آن جمله: چاقی، افزایش کلسترول و تری‌گلیسرید خون و دیابت را می‌توان نام برد. در درمان کبد چرب، کنترل این بیماری‌های زمینه‌ای بسیار مؤثر می‌باشد. از سوی دیگر مصرف زیاد انرژی باعث خواهد شد کبد نتواند سوخت و ساز طبیعی را انجام دهد و در نتیجه انرژی اضافی به صورت چربی در کبد ذخیره شود. بیماری کبد چرب اغلب افراد را در سنین میان‌سالی مبتلا می‌کند. اکثر بیماران از افزایش وزن و چاقی به ویژه چاقی شکمی رنج می‌برند. همچنین می‌توانند دچار افزایش چربی‌های خون بوده و یا از مبتلایان به دیابت باشند.

**سیروز کبد:** بیماران مبتلا به سیروز کبد ممکن است حالاتی مانند خستگی، ضعف، ناتوانی، بی‌اشتهایی، تهوع و یا کاهش وزن داشته باشند. با کاهش تدریجی عملکرد کبد، پروتئین کمتری در این عضو ساخته می‌شود؛ به عنوان مثال ساخت آلبومین که یکی از پروتئین‌های مهم خون است کاهش یافته و در نتیجه در اثر کمبود این ترکیب، آب در پاها تجمع می‌یابد و تورم ایجاد می‌شود که به آن ادم (خیز) می‌گوئیم. از طرفی کاهش پروتئین‌های انعقادی خون سبب ایجاد کبودی در پوست بدن و خون‌ریزی از مخاط بدن را افزایش می‌دهد. در مراحل نهایی این بیماری، پوست ممکن است زرد شود که این دلیل رنگدانه‌های صفراوی است و در بعضی افراد خارش پوست دلیل رسوب املاح صفراوی در زیر پوست است. کبد افراد مبتلا به سیروز کبد، توانایی خنثی‌سازی سمومی که در خون ساخته و حمل می‌شوند را ندارد.

**هپاتیت حاد و ویروسی:** این بیماری یک التهاب شایع کبدی است که به وسیله ویروس‌های هپاتیت ایجاد می‌گردد. هپاتیت A از طریق خوردن مواد آلوده مانند آب و غذای آلوده به فاضلاب انتقال می‌یابد. بی‌اشتهایی شایع‌ترین علامت آن است. سایر علائم آن شامل تهوع، استفراغ، درد در ناحیه بالای شکم، و ادرار تیره و زرد می‌باشد.



هیپاتیت B, C می‌توانند به صورت مزمن در آمده و افراد مبتلا می‌توانند ناقل بیماری شوند. این دو نوع بیماری از طریق خون، محصولات خونی و بزاق انتقال می‌یابند. به عنوان مثال سوزن آلوده، انتقال خون یا جراحات باز که باعث پاشیده شدن خون به دهان و چشم‌ها می‌گردد، همچنین تماس جنسی، از راه‌های انتقال هستند. هیپاتیت مزمن فعال، می‌تواند منجر به سیروز و نارسایی کبدی گردد.

**کاتالاز:** کاتالاز آنزیمی است که تقریباً در همه موجودات زنده یافت می‌شود. این آنزیم آب اکسیژنه را به اکسیژن و آب تجزیه می‌کند. این آنزیم یکی از مهم‌ترین آنزیم‌ها در محافظت از سلول در مقابل اکسیداسیون به وسیله آب اکسیژنه را دارد و دارای قدرت تجزیه بالا می‌باشد، به طوری که یک مولکول کاتالاز قادر به تجزیه میلیون‌ها مولکول آب اکسیژنه به آب و اکسیژن در هر ثانیه می‌باشد. کاتالاز ماده‌ای است که از چهار زنجیره پلی پپتیدی تشکیل شده که هر کدام دارای بیش از ۵۰۰ آمینو اسید است. حالت مطلوب برای PH کاتالاز انسان تقریباً هفت است. آب اکسیژنه یک اکسنده متداول و ترکیبی بسیار سمی است که به هر علتی ممکن است درون سلول ایجاد شود و کاتالاز برای خنثی کردن این ترکیب سمی، به مرور آب اکسیژنه را تجزیه و تبدیل به آب و اکسیژن می‌کند.



در یاخته‌های جگر، اندامکی به نام پراکسیزوم وجود دارد که حاوی آنزیم کاتالاز است. آنزیم کاتالاز جنس پروتئینی دارد و هیدروژن پراکسیدی را که طی سوخت و ساز بدن به عنوان یک ماده دفعی سمی تولید می‌شود، به آب و اکسیژن تبدیل می‌کند.

حرارت دادن قطعات جگر سبب تغییر ساختار سه بعدی آنزیم پروتئینی کاتالاز می‌شود و در نتیجه، تغییر ساختار این آنزیم، عملکرد این آنزیم برای تجزیه هیدروژن پراکسید انجام نشده یا به شدت کاهش می‌یابد. با قرار دادن قطعات جگر در استوانه‌های مدرج حاوی آب اکسیژنه در صورت وجود کاتالاز کافی، واکنش انجام آب و اکسیژن تولید و ارتفاع سطح درون لوله‌ها افزایش می‌یابد. در قطعات جگر پخته شده، با تغییر ساختار سه بعدی آنزیم، عملکرد کاتالاز به شدت کاهش می‌یابد. اما در استوانه مدرج حاوی جگر خام، فعالیت بیشتری از این آنزیم مشاهده می‌شود. چرا که به دلیل حرارت داده نشدن، ساختار آنزیم سالم است و می‌تواند تجزیه هیدروژن پراکسید را با شدت انجام دهد. از طرف دیگر بیشترین شدت واکنش در استوانه مدرج حاوی جگر خام له شده دیده می‌شود. چرا که له شدن، سبب خروج سریع تر کاتالاز از سلول‌ها به دلیل تخریب سلولی می‌شود و واکنش، سریع تر انجام می‌شود.

## آیا گیاهان با هم رقابت می کنند؟

**هدف :** پی بردن به رقابت از طریق ترکیبات شیمیایی بین گیاهان  
پیش بینی نتیجه : درصد جوانه زنی دانه های تیمار شده با عصاره آبی اکالیپتوس کمتر است.  
**نکته :**

- ۱ دانه هایی را که انتخاب می کنید تا حد امکان تازه، سالم و هم شکل و هم وزن باشند.
- ۲ برای جوانه زنی دانه ها را در محل تاریک و دارای دمای مناسب مانند دمای اتاق قرار دهید.
- ۳ روی ظرف محتوی دانه ها را با دستمال کاغذی یا پارچه ای بپوشانید.
- ۴ دانه ها را در شرایط کاملاً یکسان نگهداری کنید و به صورت منظم و یکسان با اسپری کردن آب مرطوب نگه دارید.

## دانستنی های لازم برای مربی

### دگر آسیمی یا آللوپاتی :

پدیده آللوپاتی یا دگر آسیمی از هزاران سال پیش وجود داشته است و تحقیقات علمی زیادی در زمینه شناسایی و بررسی این پدیده در ده سال اخیر انجام شده است. این فعالیت های معنی داری را در مورد کاربردهای آللوپاتی نشان داده اند، طوری که برای افزایش حاصلخیزی و کیفیت مواد غذایی انسان ها، ترکیبات آفت کش را مضر دانسته اند.

واژه آللوپاتی از دو لغت جداگانه تشکیل شده است allelon به معنی هر چیز و pathos به معنی تحمل کردن است. در واقع آللوپاتی یعنی یک موجود زنده توسط ترشحات موجود زنده دیگر یا از بین می رود و یا به شدت آسیب می بیند. آللوپاتی اغلب مضر است ولی ممکن است گاهی مفید باشد.  
گیاهان ترکیبات آللوپاتیک را به طریق مختلف آزاد می کنند :

- ۱ گاز : گیاهان زنده ممکن است گازهایی از خود متصاعد کنند که برای سایر گیاهان بازدارنده رشد باشد. گازهایی که از گیاه *salvia reflexa* متصاعد می شود حاوی موادی از جمله *pinens* است که روی جوانه زدن و رشد گیاهچه بعضی از گیاهان از جمله گندم اثر منفی دارد. گونه هایی از جنس درمنه و اکالیپتوس نیز گازهایی متصاعد می کنند که دارای اثر آللوپاتیک است.

۲ ترشحات ریشه ای: موادی که از ریشه های سورگوم ترشح می شوند از رشد برخی از گیاهان جلوگیری می کند.

۳ ترشحات برگ و ساقه: ترکیبات شیمیایی متفاوتی از برگ و ساقه گیاهان خارج شده که به وسیله آب باران وارد خاک می شوند مثلاً از کرک های موجود در ساقه و برگ های گیاه گاوپنبه فیتوتوکسین ترشح می شود که به وسیله آب از گیاه جدا شده وارد خاک می شود و یا روی گیاه مجاور اثر می کند.

۴ بقایای گیاهی: بقایای گیاهی ممکن است منبع ترکیباتی با خاصیت آلوپاتیک باشند. برخی از این ترکیبات گلیکوزیدهای حاوی سیانید هستند که تجزیه شده و سموم سیانید و بنزالدئید تولید می کنند.

امروزه آلوپاتی به عنوان یک ابزار در مدیریت کنترل علف های هرز در یک اکوسیستم زراعی مورد استفاده قرار می گیرد. به دلیل اثرات بی زیان آفت کش های بیولوژیک در اکوسیستم ها سعی بر شناسایی گیاهان آلوپاتیک و استفاده از آنها در زمینه فراورده های طبیعی به دست آمده از آنها می باشد. نعنای فلفلی با نام علمی *Mentha Piperita* و اکالیتوس با نام علمی *Eucalyptus spp* از جمله گیاهانی هستند که دارای خاصیت آلوپاتیک می باشند که می توان از مواد مؤثره آنها در تهیه علف کش های طبیعی استفاده نمود.

آلوپاتی در اثر واکنش های شیمیایی رخ می دهد. گیاهان آلوپاتیک به خاطر واکنش های شیمیایی با هم رقابت می کنند. این موضوع باعث تکامل می شود. این رقابت هم در گیاهان و هم در جانوران، برای به دست آوردن جایگاهی در طبیعت، همواره وجود دارد.

آیا همه گیاهان تمایل به آلوپاتیک دارند؟

همه گیاهان تمایل به آلوپاتیک ندارند. برخی از گیاهان ممکن است واقعاً به شکل غیر شیمیایی تهاجم و رقابتشان را آشکار کنند. بیشتر بحث هایی که در مورد دگر آسبی می شود، سعی بر تشخیص نوع رقابت و چگونگی آن دارد. گیاهان آلوپاتیک نمی گذارند گیاهان دیگر از منابع موجود استفاده کنند. بنابراین، اثرات تکاملی دارند و باعث ایجاد گونه های جدید می شوند. یکی از توانایی هایی که گیاهان آلوپاتیک دارند، کنترل محیطی است که در آن زندگی می کنند. علت نقصان پوشش علفی در زیر درختان کاج ممکن است مربوط به خاصیت آلوپاتی گونه کاج باشد.

اکالیتوس *Eucalyptus* گیاهی همیشه سبز بوده که دارای پوسته ای اغلب به صورت نوارهای بلندی از درخت جدا و برگ های جوان پهن بوده و به صورت متقابل بر روی ساقه ای با مقطع مربعی شکل قرار گرفته اند و برگ های نابالغ دایره شکل و براق بوده و در حالی که برگ های بالغ باریک، کشیده و سبز تیره بوده و به صورت متناوب بر روی ساقه های بالغ که دارای مقطع دایره ای شکل بوده قرار می گیرند، جوانه گل در اکالیتوس هرمی شکل بوده و با برجستگی هایی در کنار که نشان دهنده کاسبرگ ها و به صورت تکی بوده، گل ها در کنار برگ ها ظاهر شده و گل ها کرمی رنگ بوده و شاهد زیادی را تولید می نمایند و زنبورهایی که از

اکالیپتوس تغذیه می‌کنند عسل‌هایی تولید می‌کنند که عطر غلیظ و مشخصی را داراست و دارای میوه‌های چوبی و سخت و دارای دانه‌های متعددی بوده، ریشه درخت اکالیپتوس ریشه اصلی ندارد و ریشه آن از نوع افشان بوده و می‌تواند تا عمق زیادی در خاک رشد نماید و مهم‌ترین ترکیب موجود در اسانس اکالیپتوس سینئول یا یو کالیپتول است.

## توسعه و کاربرد

۱ از خواص دگر آسیمی گیاهان بر یکدیگر می‌توان به عنوان عامل کنترل کننده علف‌های هرز در مزارع به جای سموم شیمیایی استفاده کرد.



## چگونه آب سخت می‌شود؟

**هدف:** آشنایی با انواع سختی آب و روش‌های از بین بردن انواع سختی آب

## پرسش‌های داخل متن

۳ محلول شفاف رویی را در لوله آزمایش شماره ۲ بریزید. محلول شفاف رویی محلول  $\text{Ca(OH)}_2$  است.

۴ توسط یک نی، در محلول به شدت بدمید؛ محلول کدر می‌شود. چرا؟ واکنش را بنویسید. چون  $\text{CaCO}_3$  طبق واکنش زیر تشکیل می‌گردد.



۵ اگر به مدیدن ادامه دهید، محلول دوباره شفاف می‌شود. در این مرحله، آب با چه سختی تهیه کرده‌اید؟ واکنش را بنویسید (مراقب باشید محتویات لوله وارد دهانتان نشود). سختی موقت



۶ با سختی دائم تشکیل می‌شود. چون یون‌های کلسیم و منیزیم موجود در آب، سختی دائم را به وجود می‌آورند.

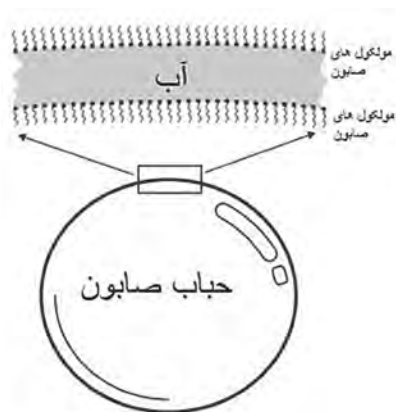
۷ آب با هر دو نوع سختی یعنی سختی دائم و موقت بسازیم.

۸ روش اول: مقداری صابون جامد را رنده کرده و در آب حل می‌کنیم تا محلول غلیظ آب صابون تهیه شود. به لوله آزمایش‌های جدید اتیکت شماره ۲ تا ۵ زده و حدود ۵ میلی‌لیتر از هر کدام از محلول‌ها با سختی مختلف و آب مقطر را در لوله آزمایش مربوطه ریخته و حدود ۵ میلی‌لیتر محلول آب صابون تهیه شده به آنها اضافه می‌کنیم. محتویات لوله آزمایش‌ها را مدتی تکان داده و سپس با اندازه‌گیری ارتفاع کف پایدار تولید شده در هر لوله آزمایش، نوع سختی آب تعیین می‌شود. (مطابق جدول زیر)

| لوله آزمایش شماره | ارتفاع کف پایدار | نوع سختی آب      |
|-------------------|------------------|------------------|
| ۲                 | کم               | سختی موقت        |
| ۳                 | متوسط            | سختی دائم        |
| ۴                 | بسیار کم         | سختی دائم و موقت |
| ۵                 | بسیار زیاد       | آب مقطر          |



**روش دوم :** در آب نرم حباب پایدار بهتر تشکیل می‌شود. می‌توانیم با خیس کردن انگشت خود با انواع آب با سختی مختلف و سپس آغشته کردن انگشت توسط محلول آب صابون، سعی در ایجاد حباب بزرگ‌تر بین انگشتان خود کنیم. هر چه آب سخت‌تر باشد حباب کوچک‌تری تشکیل شده و هر چه آب نرم‌تر باشد حباب ایجاد شده بزرگ‌تر خواهد بود.



**۱۱** آزمایشی طراحی کنید که هر یک از سختی‌های مشخص شده در لوله آزمایش ۲ و ۳ را از بین ببرد. سختی موقت توسط جوشیدن از بین می‌رود بنابراین محلول لوله آزمایش شماره ۲ را می‌جوشانیم تا سختی آن از بین برود. سختی دائم با افزودن سدیم کربنات از بین می‌رود. بنابراین به محلول حاوی سختی دائم مقداری سدیم کربنات اضافه می‌کنیم. البته محلول شماره ۴ دارای هر دو نوع سختی می‌باشد و برای نرم کردن آن هم باید محلول را جوشاند و هم به آن سدیم کربنات اضافه نمود.

**۱۲** با استفاده از آزمایش مرحله ۱۱، ثابت کنید که سختی نمونه‌های آب از بین رفته است. اگر آزمایش آب صابون یا ایجاد حباب پایدار بین انگشتان را مجدداً روی محلول‌هایی که سختی آنها را توسط مرحله ۱۱ از بین برده‌ایم، تکرار کنیم از بین رفتن سختی‌های آب مشخص می‌شود.

## بین دما و حجم گاز در فشار ثابت چه رابطه ای وجود دارد؟

### هدف

- ۱ بررسی رابطه حجم و دما (قانون شارل)
- ۲ چگونگی رسم نمودار و تفسیر داده های آزمایشگاهی

### توصیه ها

- بطری شیشه ای و پلاستیکی هر دو برای آزمایش مناسب است. با یک میخ یا سوزن ته گرد یک سوراخ روی در قوطی ایجاد کنید. قوطی را خشک کرده و در قوطی را محکم ببندید و در آب گرم قرار دهید. مطمئن شوید از سوراخ ایجاد شده آب رد می شود.
- تا زمانی که قوطی را عمودی نگه داشته اید، آب وارد آن نمی شود و هوای اضافی در اثر گرم کردن خارج می شود. اعلام کنید تا دانش آموزان به این حباب ها توجه کنند.

### جواب مورد انتظار

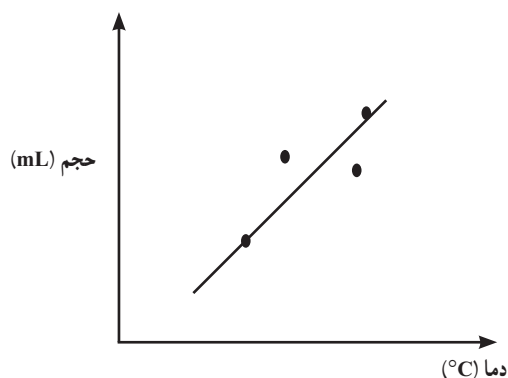
- با قرار دادن شیشه در بسته داخل آب گرم، حباب های هوا شروع به خارج شدن می کند. صبر کنید تا تمام حباب ها خارج شود. در این صورت حجم هوای داخل شیشه برابر حجم خود شیشه است و دمای آن برابر دمای آب داخل بشر می باشد.
- به طور عمودی شیشه را گرفته و سریع از آب گرم به آب سرد منتقل کنید. چون این مرحله سریع انجام می شود؛ تغییر دما صورت نرفته و مقدار هوای داخل شیشه، ثابت می ماند.
- در آب سرد همین مقدار هوا، حجم کمتری را اشغال می کند. بنابراین از بشر، آب به داخل شیشه کشیده می شود. حجم هوای داخل شیشه در این حالت را می توان از کم کردن آب وارد شده به داخل شیشه از کل حجم شیشه محاسبه کرد. دمای هوا نیز دمای بشر دارای آب سرد است.

■ در صورت تمایل می‌توانید در دمای دیگر نیز مقدار حجم گاز و دمای آن را به دست آورید تا رسم نمودار راحت‌تر شود :

■ ابتدا شیشه را دوباره وارد همان بشر گرم اولیه کنید تا هوای شیشه همان مقدار قبلی را داشته باشد (حجم = کل شیشه، دمای هوای داخل شیشه = دمای آب گرم).

■ در این مرحله شیشه را در آب سردتر قرار دهید و صبر کنید تا هوا فشرده شده و آب به داخل شیشه کشیده شود. دمای هوا و حجم آن را اندازه‌گیری کنید.

■ به دلیل وجود خطاهای آزمایش، ممکن است تمام نقاط روی خط مستقیم قرار نگیرد. بهترین خط که از بیشترین نقطه‌ها بگذرد را رسم کنید.



### دانستنی‌های لازم برای مربی

با این آزمایش رابطه  $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$  را می‌توانید با کمی خطا به اثبات برسانید (به دلیل خطای چشم در اندازه‌گیری و ...). عددهای حاصل از تقسیم کردن حجم بر دما در دو شرایط آزمایش ممکن است دقیقاً با هم برابر نشود که با توجه به وجود خطاها تفاوت کم قابل قبول است.

دانش‌آموزان را با پرسش چند سؤال به تفکر در مورد قانون شارل هدایت کنید؛ مانند :

■ چرا بالن‌های پر از هوای داغ در هوا بالا می‌روند؟

■ چرا رانندگان در هوای سرد بر باد تیرهای خود می‌افزایند و با فرا رسیدن تابستان از هوای درون آن

می‌کاهند؟

■ در مورد صفر مطلق در کلاس بحث کنید و از دانش‌آموزان بخواهید در مورد آن اطلاعات جمع‌آوری

کنند و در کلاس ارائه دهند.



## آیا همه واکنش‌ها برگشت پذیرند؟

**هدف:** نمایش دادن چند واکنش به صورت رفت و برگشت

## توصیه‌ها

۱ هنگام تبدیل مس (II) سولفات آبدار به مس (II) سولفات خشک کاملاً به فعالیت دانش‌آموزان نظارت کنید. دمای بوته چینی بالا می‌باشد؛ با گیره حمل کنید. بوته چینی گرم را بر روی سطح خیلی سرد قرار ندهید.

۲ از قبل محلول  $0.2^\circ$  مولار هیدروکلریک اسید و  $0.2^\circ$  مولار سود را تهیه کنید و به دانش‌آموزان تذکر دهید از دستکش استفاده کنند و مواظب باشند.

۳ در اثر گرم کردن مخلوط ید و نشاسته، ید جدا می‌شود و محلول بی‌رنگ می‌شود. در هر دو لوله آزمایش را محکم ببندید؛ که ید آزاد شده از محیط خارج نشود (ید سمی است).

۴ کبالت (II) کلرید خشک آبی رنگ و کبالت آبدار صورتی رنگ است؛ که این تغییر برای بررسی رطوبت در هوا صفحه ۳۰ کتاب مورد استفاده قرار گرفته است.

## جواب مورد انتظار

کتاب درسی شیمی دهم در چند قسمت به واکنش‌های برگشت پذیر اشاره کرده است. آزمایش‌های این قسمت در فهم مثال‌های کتاب کمک می‌کند.

الف) مس (II) سولفات آبدار، آبی رنگ است و در اثر حرارت سفید شده و اگر دوباره به پودر سفیدرنگ، آب اضافه کنید به رنگ آبی تغییر می‌کند. این واکنش را می‌توانید چند بار تکرار کنید.

ب) جای یک معرف اسید و باز است (مطالب تکمیلی در آزمایش محلول‌های رنگی کتاب درسی). با افزایش اسید محلول جای بی‌رنگ می‌شود. اگر تعداد قطره‌های اسید را بشمارید و مولاریته اسید و باز طبق دستورالعمل تهیه کرده باشید (برابر)، با اضافه کردن همان تعداد قطره سود، دوباره محلول جای تیره می‌شود. اگر بخواهید تیره شدن مشخص‌تر شود؛ تعداد بیشتری سود به محلول جای اضافه کنید. این آزمایش را نیز می‌توانید به تعداد زیادی تکرار کنید.

پ) ید با چسب نشاسته در آب سرد، آبی تیره رنگ است و با قرار دادن در آب گرم بی‌رنگ می‌شود. در آب گرم کمپلکس ید با نشاسته شکسته می‌شود و به همین دلیل رنگی دیده نمی‌شود.

## دانستنی‌های لازم برای مربی

(الف)



با تغییر آب تبلور رنگ رسوب تغییر می‌کند.

رنگ برخی از نمک‌های آب پوشیده با رنگ نمک بی‌آب آنها متفاوت است. برای نمونه:

رنگ صورتی  $\text{COCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

بنفش  $\text{COCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

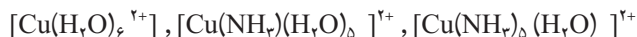
$\text{COCl}_2$  (خشک) آبی رنگ

(کبات II کلرید بیشتر به صورت خشک (آبی) و یا به صورت شش آب به عنوان لیگاند وجود دارد و کمتر

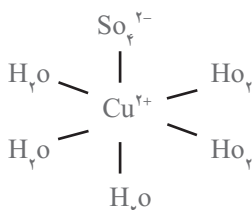
با چهار آب لیگاند جداسازی شده است).

یون مس نیز با آب کمپلکس‌های متفاوتی را به وجود می‌آورد. همچنین مس می‌تواند با آمونیاک و یا

آمونیاک و آب هم زمان کمپلکس تشکیل بدهد.



در کریستال  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  در این حالت نیز یون مس II با اکسیژن آب پیوند برقرار می‌کند:



در نمک‌های مس II سولفات یون  $\text{Cu}^{2+}$  دارای اربیتال‌های d است که این پنج اربیتال در یک سطح

قرار نمی‌گیرند (splitting effect) پنج اربیتال d بعد از آب‌پوشی، یکسان نخواهند بود. دو اربیتال سطح

انرژی بالاتری پیدا می‌کنند.

برای انتقال الکترون از این دو سطح نیاز به انرژی است؛ بنابراین بخشی از نور مرئی را جذب و نشر

می‌کنند و رنگی دیده می‌شوند. بنابراین رنگ ترکیبات عناصر واسطه بستگی به فاصله بین دو ترازهای

تشکیل شده در اربیتال‌های d دارد (E و T).

پاورقی: برای مطالعه بیشتر: مجله رشد شیمی: چرا طلا و مس رنگی هستند ولی نقره چنین نیست؟

مجله رشد آموزش شیمی - ۱۳۷۸ - شماره ۵۵

ب) جای نیز مانند معرف اسیدها و بازهاست که در کتاب درسی در مورد تغییر رنگ این ترکیبات بحث شده است.

ب) نشاسته دارای دو نوع پلیمر از مونومرهای گلوکز است (آمیلوز و آمیلوپکتین). آمیلوز به صورت خطی است؛ اما آمیلوپکتین شاخه دار است. یون ید ( $I_3^-$ ) به خوبی در مرکز ساختار ماریچی آمیلوز جا می‌گیرد و به نظر می‌رسد رنگ آبی نتیجه تغییر ارییتال‌های الکترون در مونومرها و یون یدید ایجاد می‌شود. یون یدید به آمیلوپکتین نیز متصل می‌شود؛ اما رنگ بنفش را به وجود می‌آورد. سلولز نمی‌تواند این چنین به دور یون یدید سیم پیچ شود. این کریستال دارای بی‌نهایت یون یدید ( $I_{\infty}^{+}$ ) است.

## هنگام انجام واکنش‌های شیمیایی چه اتفاقی می‌افتد؟

۱۰

### هدف

۱ نمایش واکنش یک واکنش گرماده و گرماگیر

۲ انجام واکنش مخلوط دو پودر جامد در آب

### توصیه‌ها

پودر سیتريک اسید با سدیم هیدروژن کربنات به صورت جامد واکنش نمی‌دهد، اما به محض افزایش این پودر به آب، گاز  $CO_2$  آزاد می‌شود. توجه دانش‌آموزان را به عدم ایجاد واکنش بین دو پودر جلب کنید.

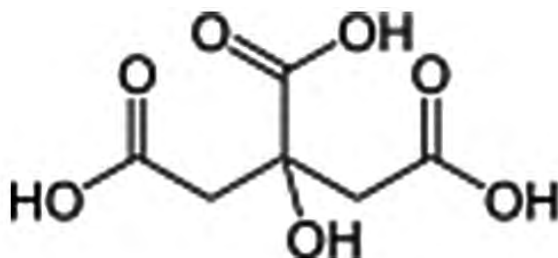
### جواب مورد انتظار

■ در حالت اول مخلوط دو پودر با هم واکنش نمی‌دهند؛ اما به محض اضافه کردن این مخلوط به بشر حاوی آب، گاز  $CO_2$  آزاد می‌شود و دمای آب پایین می‌آید. کم شدن دمای محیط نشان می‌دهد واکنش انجام شده گرماگیر است.

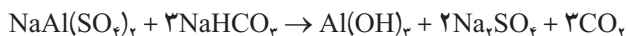
■ در حالت دوم مخلوط دو پودر در پتاسیم هیدروکسید و سیتريک اسید نیز به محض اضافه کردن به بشر حاوی آب واکنش داده و گاز  $CO_2$  آزاد می‌کنند؛ اما دمای آب در این واکنش بالا می‌رود که نشانه یک واکنش گرماده است.

## دانشتنی‌های لازم برای مربی

واکنش سدیم هیدروژن کربنات و سیتریک اسید یک واکنش گرماگیر است. سیتریک اسید:



بیکینگ پودر که باعث حجم مناسب، نرمی و سبکی در خمیر می‌شود نیز معمولاً از سدیم هیدروژن کربنات و یک یا چند نمک اسیدی مانند سدیم آلومینیوم سولفات و نشاسته است که در آب تولید گاز  $\text{CO}_2$  می‌کند.



همچنین از واکنش جوش شیرین (سدیم هیدروژن کربنات) با آلومینیوم سولفات در خاموش کردن آتش استفاده می‌شود (مقدار زیادی کف تولید می‌شود).

واکنش پتاسیم هیدروکسید با سیتریک اسید، یک واکنش گرماده است. این واکنش به شکل‌های مختلف انجام شده ( $\text{KOH}_{(\text{aq})}$  یا  $\text{KOH}_{(\text{s})}$ ) و در همه حالت‌ها دمای آب بعد از واکنش افزایش می‌یابد.



بالا رفتن دما بعد از انجام واکنش نشانه گرماده بودن واکنش است.

## چگونه یون ها را در محلول شناسایی کنیم؟

۱۱

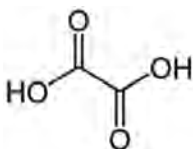
## هدف

- ۱ شناسایی یون ها با تشکیل رسوب رنگی
- ۲ نوشتن معادله های واکنش شیمیایی و موازنه کردن

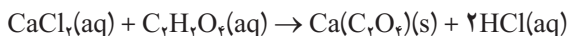
## توصیه ها

- ۱ برای نشان دادن رنگ رسوب های ایجاد شده از حداقل مواد استفاده کنید.
- ۲ از دانش آموزان بخواهید در هر مرحله، واکنش انجام شده را، موازنه کنند.

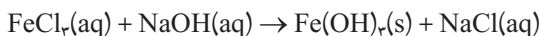
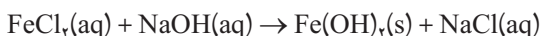
## جواب مورد انتظار



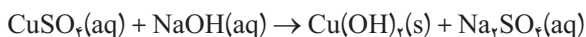
یون کلسیم با اگزالات تولید رسوب سفید رنگ می کند : فرمول :



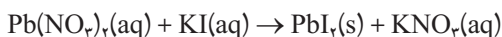
سود با یون آهن (II)، تولید رسوب سبز رنگ و با آهن (III) رسوب قرمز متمایل به قهوه ای می کند.



محلول آبی رنگ مس (II) سولفات با سود تولید رسوب آبی می کند :

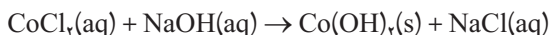
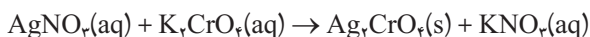


سرب (II) نیتрат بسیار سمی است لذا توصیه می شود به روش میکرو (گفته شده در دستورالعمل) انجام شود تا حداقل پسماند وارد محیط زیست شود. در این آزمایش رسوب زرد سرب (II) دیدید تولید می شود :



همچنین در واکنش های بعدی رسوب به رنگ قرمز به دلیل تشکیل نقره کرومات و رسوب آبی به دلیل

تشکیل کبالت (II) هیدروکسید است :



## دانستنی‌های لازم برای مربی

این آزمایش‌ها تکمیل‌کننده مبحث کتاب درسی در فصل سوم (آب) می‌باشد.

### چگونه می‌توان نمودار انحلال پذیری نمک را رسم کرد؟

۱۲

هدف :

- ۱ رسم نمودار انحلال پذیری و تفسیر آن
- ۲ بررسی اثر دما بر انحلال مواد جامد محلول در آب
- ۳ تکرار آزمایش و گرفتن میانگین جهت کم شدن خطای آزمایش

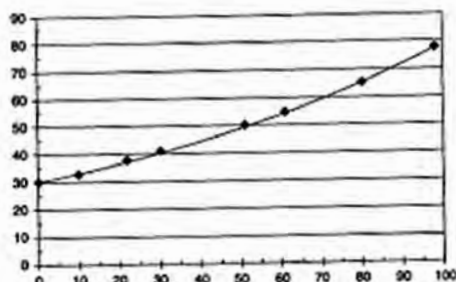
### توصیه‌ها

- ۱ برای هم زدن محلول لوله را تکان ندهید زیرا نمک به بدنه لوله می‌چسبد. از یک لوله شیشه‌ای نازک جهت هم زدن استفاده کنید.
- ۲ برای صرفه‌جویی در وقت، دانش‌آموزان را به چهار گروه تقسیم کنید و به هر گروه طبق جدول مقادیر نمک گفته شده، بدهید.
- ۳ قبل از انجام آزمایش، به دانش‌آموزان کاملاً توضیح دهید که با گرم و سرد کردن چه اتفاقی خواهد افتاد.
- ۴ تأکید کنید در انجام آزمایش، هر چه تکرار بیشتر باشد و میانگین گرفته شود، خطای آزمایش کمتر خواهد بود.

### جواب مورد انتظار

انحلال آمونیم کلرید در آب گرماگیر است و نمودار انحلال پذیری آن در آب به صورت صفحه بعد خواهد بود.

$\frac{\text{گرم NH}_4\text{Cl}}{100 \text{ گرم آب}}$



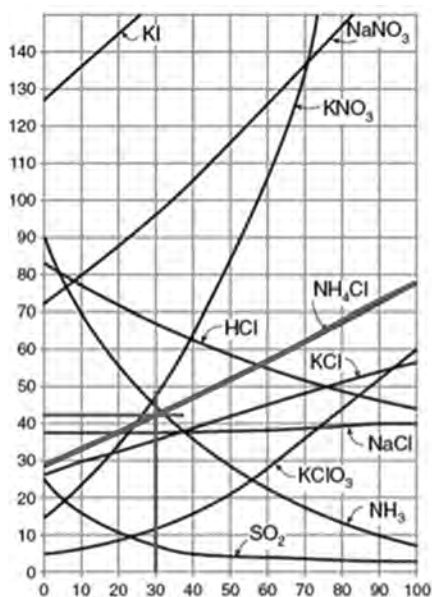
دما (°C)

نمودار انحلال پذیری آمونیوم کلرید

## دانستنی لازم برای مربی

در مورد تأثیر دما بر انحلال پذیری مواد جامد در آزمایش بازی دما با انحلال پذیری، توضیح داده شده است.

$\frac{\text{گرم حل شونده}}{100 \text{ گرم آب}}$



دما (°C)

نمودار انحلال پذیری مواد در آب

## عملکرد کاتالیزورها چیست؟

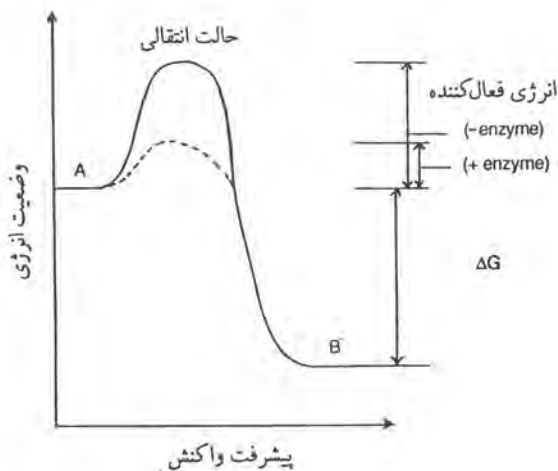
۱۳

هدف: آشنایی با مفهوم و عملکرد کاتالیزورها به ویژه کاتالیزگرهای طبیعی مانند کاتالاز

### پاسخ به سؤالات

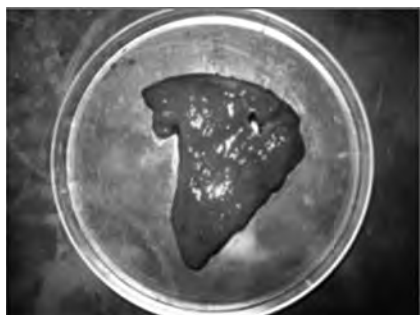
(الف)

۲ واکنش تجزیه آب اکسیژنه با سرعت انجام شده و اکسیژن با شدت خارج می‌شود. سرعت واکنش در بشر حاوی سیب‌زمینی به علت حضور آنزیم کاتالاز بیشتر می‌باشد. اما در بشر بدون آنزیم واکنش به آهستگی انجام می‌شود. کاتالیزورها با کاهش انرژی فعال‌سازی اولیه مورد نیاز اغلب واکنش‌ها، سرعت انجام واکنش‌ها را افزایش می‌دهند.



۳ نتیجه انجام آزمایش با جگر و سیب‌زمینی یکسان است و نتیجه می‌گیریم درون جگر هم آنزیم کاتالاز وجود دارد که واکنش تجزیه آب اکسیژنه را سرعت می‌بخشد.





جگر خام

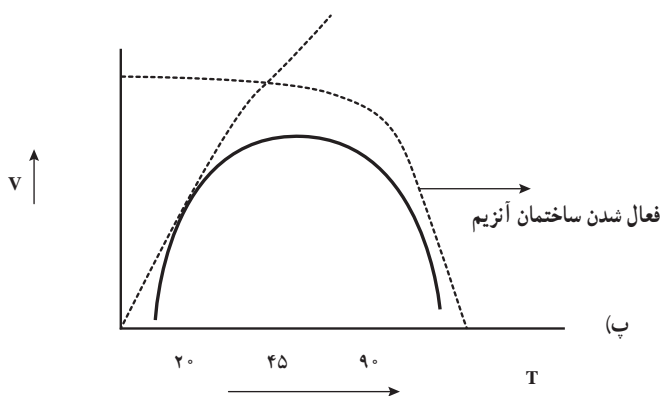


جگر خام در هیدروژن پراکسید

(ب)

۲ شدت و سرعت واکنش در هر سه بشر یکسان نیست. سرعت واکنش در بشری که دمای آن ۴۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد از همه بیشتر است.

۴ دقیقاً نتایج واکنش جگر شبیه آزمایش با سیب‌زمینی است. چون آنزیم موجود در هر دو ماده یکسان بوده بنابراین دامنه فعالیت این دو آنزیم در یک محدوده دمایی بیشترین مقدار را دارد. در دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد تعداد برخورد بیشتر در نتیجه سرعت واکنش نیز بیشتر است. در دماهای خیلی بالاتر ساختمان آنزیم غیرفعال شده و آنزیم کارایی خود را از دست می‌دهد و سرعت واکنش نیز کاهش می‌یابد.



(پ)

۲ مقدار زیادی کف ایجاد می‌شود زیرا در این واکنش علاوه بر گاز اکسیژن حاصل از تجزیه آب اکسیژنه، به علت حضور مخمر مقدار زیادی گاز کربن دی‌اکسید نیز تولید می‌شود. این گازها در حضور مایع ظرف‌شویی کف بسیار زیادی ایجاد می‌کنند. مس سولفات نقش کاتالیزگر را ایفا می‌کند.

می‌توان برای مهیج کردن آزمایش‌ها محلول‌ها را توسط رنگ خوراکی مثلاً به رنگ سبز، سفید و قرمز به نشانه پرچم جمهوری اسلامی درآورد.



**هدف:** آشنایی با روش‌های غیرمستقیم در اندازه‌گیری ضخامت یک سیم مسی نازک برای اندازه‌گیری ضخامت یک سیم مسی نازک می‌توان از روش مستقیم استفاده کرد. در این روش بهتر است که از یک وسیله با دقت بالا و مناسب برای این کار استفاده کنیم. مناسب‌ترین وسیله برای این کار استفاده از ریزسنج است. در صورتی که ریزسنج در اختیار نداشته باشیم چگونه ضخامت سیم مسی نازک را اندازه‌گیری کنیم؟



فرض کنید که یک خط‌کش معمولی در اختیار داریم و می‌خواهیم ضخامت این سیم را اندازه‌گیری کنیم. برای این کار باید سیم را در کنار درجه‌های خط‌کش قرار دهیم و ضخامت سیم را حدس بزنیم، مثلاً در شکل مقابل می‌توانیم مقدار خوانده شده را به صورت زیر گزارش کنیم.

$$\pm 0.5 \text{ mm} / \pm 0.6 \text{ mm}$$

چون مقدار گزارش شده خیلی به خطا نزدیک است بنابراین این اندازه‌گیری خیلی قابل اطمینان نیست. البته قابل اطمینان بودن یک اندازه‌گیری بستگی به کاربرد ما دارد و گاهی همین اندازه از دقت می‌تواند برای ما کافی باشد. اگر بخواهیم دقت اندازه‌گیری را بالا ببریم یا باید از وسیله دقیق‌تری استفاده کنیم و یا روش کار را تغییر دهیم. روشی که به کار می‌بریم این است به جای اندازه‌گیری یک سیم تعدادی از سیم‌ها را اندازه می‌گیریم (توجه داشته باشید که هنگام خواندن طول آن سیم‌ها بدون فاصله و چسبیده به هم قرار داشته باشند) و در نهایت مقدار خوانده شده را به تعداد سیم‌ها تقسیم می‌کنیم.



در شکل مقابل ۲۹ بار سیم را به دور خط کش پیچیده‌ایم تا طول آن  $20\%$  mm شود و در نهایت عمل تقسیم را به کمک ماشین حساب انجام می‌دهیم

$$20\% \div 29 = 0.6896551724$$

توجه داشته باشید که نمی‌توانیم این مقدار را به عنوان ضخامت سیم گزارش کنیم بلکه باید آن را براساس تعداد ارقام با معنای مقدار خوانده شده که  $20\%$  است و سه رقم با معنا دارد، گرد کنیم و در نهایت ضخامت را به صورت زیر گزارش کنیم:

$$\text{ضخامت سیم مسی} = 0.69\% \text{ mm}$$

مشاهده می‌شود که در این روش دقت اندازه‌گیری ما بالاتر می‌رود و اجازه داریم حاصل را با وجود اینکه با خط کش میلی متری اندازه گرفته‌ایم تا سه رقم با معنا گزارش کنیم. اگر تعداد دورهای بیشتری را انتخاب می‌کردیم می‌توانستیم به دقت بالاتری هم دست پیدا کنیم.

توجه: در اینجا نمی‌توانیم خطا را مانند قبل بنویسیم بلکه باید از روش آماری آن را محاسبه کرده و قطعاً مقدار خطا خیلی کمتر از مقداری خواهد بود که به صورت مستقیم اندازه‌گیری را انجام دهیم. البته پرداختن به این موضوع در حد این کتاب نیست.

در صورتی که طول سیمی که در اختیار داریم کم باشد می‌توانیم آن را دور یک میله و یا یک مداد بپیچیم و سپس به کمک خط کش و یا کولیس اندازه‌گیری را انجام دهیم.



ضخامت سیم لاکی را در اندازه‌گیری مستقیم با خط کش به صورت  $0.6\%$  mm گزارش کردیم. حال این اندازه‌گیری را به صورت غیرمستقیم با خط کش و کولیس هم انجام می‌دهیم.

$$\text{مطابق شکل خط کش ضخامت } 35 \text{ دور سیم را تقریباً } 23/5 \text{ mm}$$

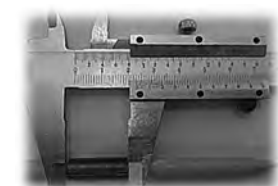
نشان می‌دهد. که ضخامت یک تار سیم بعد از گرد کردن بر اساس قاعده بالا برابر است با:

$$23/5 \text{ mm} \div 35 = 0.671 \text{ mm}$$

اگر همین اندازه‌گیری را با کولیس انجام دهیم داریم:

$$23/32 \text{ mm} \div 35 = 0.6662 \text{ mm}$$

مشاهده می‌شود که تعداد ارقام با معنا در حالت دوم افزایش می‌یابد و این به معنای دقت بالاتر می‌باشد.



|                |  |
|----------------|--|
| یافته‌های من   | .....  |
| توسعه و کاربرد | <p>۱- اگر ترازوی دقیق دهم یا صدم گرم نداشته باشیم. چگونه می‌توان جرم یک دانه برنج، گندم، عدس یا اجسام ریز را اندازه‌گیری کنیم؟</p> <p>۲- .....</p> |

## یافته‌های من

- ۱ در صورتی که دقت وسیله اندازه‌گیری ما زیاد نباشد می‌توانیم از روش غیرمستقیم برای اندازه‌گیری کمیت مورد نظر استفاده کنیم.
- ۲ تعداد ارقام با معنای مقدار گزارش شده باید طوری گرد شود که با تعداد ارقام با معنای مقدار خوانده شده یکی باشد.

## توسعه و کاربرد

- ۱ می‌توانیم از روش غیرمستقیم برای اندازه‌گیری کمیت مورد نظر استفاده کنیم البته در این روش اگر می‌خواهیم جرم یک سنجاق ته گرد را اندازه بگیریم باید تعداد زیادی سنجاق دقیقاً مشابه در اختیار داشته باشیم و آن را با ترازوی معمولی اندازه بگیریم و بعد از انجام تقسیم با توجه به تعداد ارقام با معنا آن را گرد کنیم. در مورد عدس و دانه برنج چون این دانه‌ها کاملاً یکسان نیستند بنابراین مقدار به دست آمده یک مقدار تقریبی و متوسط است.
- ۲ این روش کلی است و برای اندازه‌گیری کمیت‌های دیگر هم قابل استفاده است. مثلاً برای اندازه‌گیری زمان نوسان یک آونگ می‌توانیم زمان مثلاً ۱۰ نوسان را اندازه گرفته و حاصل را بر ۱۰ تقسیم کنیم.

## فشار در یک مایع به چه عاملی بستگی دارد؟



اگر مانند شکل روبه‌رو در بدنه یک بطری آب معدنی دو سوراخ در سطح‌های مختلف ایجاد کنیم به محض باز کردن در بطری آب با سرعت‌های متفاوت از دو سوراخ بیرون می‌آید. با توجه به رابطه فشار در مایع‌ها می‌دانیم که هرچه از سطح آزاد مایع پایین‌تر رویم فشار حاصل از مایع بیشتر خواهد شد و رابطه آن، در صفحه ۷۴ کتاب فیزیک ۱ پایه دهم به صورت زیر آمده است:

$$P = P_0 + \rho gh$$

در این رابطه  $P$  فشار در عمق  $h$  از سطح آزاد مایع است و  $P_0$  فشار جو در محل می‌باشد که در سطح دریای آزاد برابر یک اتمسفر و یا تقریباً برابر  $10^5$  پاسکال است.

## پاسخ به پرسش‌های داخل متن

۶ سرعت خروج آب رفته رفته کم می‌شود. سرعت خروج آب به فشار آب در ابتدای نی خروجی بستگی دارد و این فشار هم به عمق از سطح آزاد مایع بستگی دارد که با خارج شدن آب، سطح آب پایین آمده و فشار هم کاهش می‌یابد.

۹ بطری که به این روش ساخته شده است به بطری ماریوت مشهور است (Mariotte's bottle) در این بطری سطح آزاد مایع انتهای نی عمودی است که با هوای بیرون ارتباط دارد و دقیقاً در انتهای این نی فشار هوا فشار جو در محل می‌باشد. بنابراین فشار آب در ابتدای نی افقی به فاصله بین نقاط  $A$  و  $B$  ارتباط دارد و در نتیجه سرعت خروج آب را نیز این عامل تعیین می‌کند.

ویژگی جالبی که این بطری دارد این است که تا زمانی که سطح آب به زیر انتهای نی عمودی نرسد آب همواره با سرعت ثابت از نی افقی خارج می‌شود زیرا فشار در ابتدای نی افقی در این حالت ثابت است.

## یافته‌های من

۱ در یک ظرف آب سرعت خروج آب از سوراخ‌های داخل بدنه ظرف به اختلاف ارتفاع سطح آب و

سوراخ بستگی دارد و هر چه این اختلاف کمتر شود سرعت خروج کمتر خواهد شد.

۲ در بطری ساخته شده (بطری ماریوت) سرعت خروج آب از نی افقی ثابت است و این سرعت به اختلاف فاصله عمودی بین انتهای نی عمودی و ابتدای نی افقی بستگی دارد.

## توسعه و کاربرد

۱ اگر غواص، هوا را تحت فشار تنفس کند، مولکول‌های نیتروژن هوا ناگزیر در جریان خون حل می‌شوند. وقتی غواص سریع بالا می‌آید، فشار آب روی بدن وی کاهش می‌یابد و نیتروژن حل شده حباب‌هایی تولید می‌کند. (مانند حباب‌های ایجاد شده بر روی دیواره بطری نوشیدنی‌های گازدار هنگام باز کردن در آنها) این حباب‌های نیتروژن با خون حرکت کرده و در بعضی از رگ‌ها و مویرگ‌ها باعث انسداد می‌شوند. این نوع مسمومیت نیتروژنی را بیماری bend گفته می‌شود که می‌تواند باعث درد شدید، ناتوانی طولانی مدت و حتی مرگ شود. معمولاً چنین بیماری را دوباره تحت فشار قرار می‌دهند و او را وادار به تنفس هوایی با سطح اکسیژن بالا می‌کنند تا سرانجام نیتروژن از محلول درون خون خارج شده و برطرف گردد. برای اجتناب از این بیماری، غواص در مراحل مختلف و با فاصله‌های زمانی معینی به سطح آب آورده می‌شود تا در هر مرحله نیتروژن از محلول خون خارج شود.

## چگونه می‌توان یک چگالی‌سنج ساده ساخت؟

۱۵

**هدف:** ساختن و آشنایی با نحوه کار چگالی‌سنج‌های مایع

چگالی‌سنج وسیله‌ای است که برای اندازه‌گیری سریع چگالی نسبی یک مایع به کار می‌رود، این وسیله را در داخل مایع قرار می‌دهند و درجه مقیاس را در تراز سطح مایع می‌خوانند. هرچه مایع چگال‌تر باشد، چگالی‌سنج کمتر در مایع فرو می‌رود، مدرج کردن چگالی‌سنج‌ها برای اهداف مختلف متفاوت است.

با توجه به اینکه چگالی یک مایع به دمای آن بستگی دارد در تعدادی از چگالی‌سنج‌ها دماسنج هم وجود دارد تا هم‌زمان بتوانند هم دمای مایع و هم چگالی نسبی آن را بخوانند.

با دانستن چگالی آب و میزان فرورفتن چگالی‌سنج در آب و در یک مایع دیگر می‌توانیم چگالی نسبی مایع و همین‌طور چگالی آن را به دست آوریم. زیرا نسبت میزان فرورفتن آنها برابر است با نسبت چگالی دو مایع.

**توجه:** برای اینکه چگالی‌سنج به صورت عمودی در مایع‌ها قرار گیرد می‌توانید مقداری ماسه و یا هر جسم دیگری داخل لوله پرزید تا سنگین شود.

## یافته های من

- ۱ در یک ظرف آب سرعت خروج آب از سوراخ های داخل بدنه ظرف به اختلاف ارتفاع سطح آب و سوراخ بستگی دارد و هرچه این اختلاف کمتر شود سرعت خروج کمتر خواهد شد.
- ۲ در بطری ماریوت سرعت خروج آب از نی افقی ثابت است و این سرعت به اختلاف فاصله عمودی بین انتهای نی عمودی و ابتدای نی افقی بستگی دارد.

## توسعه و کاربرد

### اهمیت چگالی بر تخلیه و بارگیری کشتی ها :

هر جسمی که در یک شاره مثل آب شناور باشد بر اساس ویژگی هایش یک ضریب شناوری برای آن تعریف می شود، این ضریب شناوری خود بر اساس اختلاف چگالی جسم شناور با شاره ای که جسم داخل آن قرار دارد محاسبه می شود.

اگر چگالی جسم بیشتر از چگالی شاره باشد جسم به عمق شاره رفته و فرو می رود.

اگر چگالی جسم و چگالی شاره برابر باشند جسم در درون شاره غوطه ور می شود.

و اگر چگالی جسم کمتر از چگالی شاره باشد، جسم در سطح شاره قرار گرفته و اصطلاحاً شناور می ماند.

با توجه به اینکه شناور ماندن جسم بر روی یک شاره بستگی به چگالی جسم و شاره دارد، این نکته برای حرکت کشتی ها در دریا و میزان باری که با خود حمل می نمایند بسیار با اهمیت است زیرا که در اقلیم های متفاوت آب و هوایی، به دلیل تغییرات دما و شوری و فشار چگالی نیز تغییر می کند، به همین منظور با استفاده از راهنمای خط شاهین، از غرق شدن کشتی ها با توجه به میزان بارگیری آنها جلوگیری به عمل می آید.

### خط شاهین چیست؟

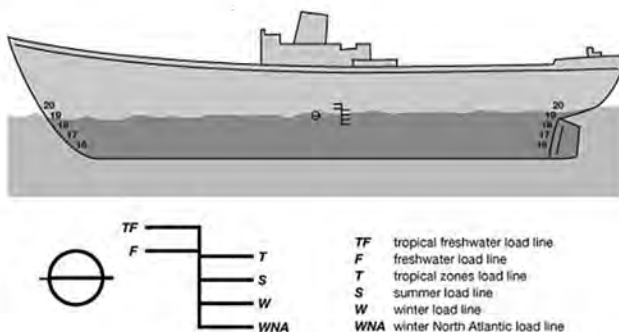
خط شاهین نشان می دهد که با تغییر در چگالی آب، حد و میزان بارگیری چه اندازه باید باشد تا شناوری کشتی در دریا و در شرایط آب و هوایی گوناگون حفظ شود.

همان طور که در شکل ۱ مشاهده می شود، بر روی کشتی ها نشانه هایی وجود دارد که به خط شاهین معروف بوده، این خطوط بر روی بدنه کشتی قرار گرفته و نشان دهنده حداکثر بارگیری مجاز کشتی در شرایط مختلف آب و هوایی می باشند.

خط شاهین به صورت برجسته در طرفین کشتی حک می‌شود تا از هر طرف قابل رؤیت باشد. معمولاً خط شاهین در نزدیک خط وسط و نزدیک به قسمت جلو کشتی ترسیم می‌شود. همانطور که گفته شد چگالی آب، متأثر از دما، شوری و فشار بوده، بنابراین در محیط‌های مختلف دریایی و اقیانوسی تغییرات اقلیم بر چگالی آب‌ها تأثیر گذار بوده و بنابراین تغییر چگالی تعیین کننده میزان بارگیری کشتی‌ها می‌باشد.



شکل ۱- خط شاهین در کشتی‌ها



شکل ۲- شمایی از خط شاهین و توضیح علائم مربوط به آن

TF : خط بارگیری در مناطق استوایی و آب شیرین

F : خط بارگیری در مناطق تابستانی و آب شیرین

T : خط بارگیری در مناطق استوایی

S : خط بارگیری تابستانی



W : خط بارگیری زمستانی

WNA : خط بارگیری در مناطق زمستانی در اطلس شمالی است.

به دلیل وجود تفاوت چگالی در آب های شور و شیرین از یک سو و نیز تفاوت در دمای آب ها و تأثیر آن بر چگالی آب در فصول مختلف تابستان و زمستان از سوی دیگر بر ظرفیت بارگیری شناورها در مناطق مختلف اقلیمی تأثیرگذار است، به عنوان مثال در منطقه TF (منطقه استوایی و آب شیرین) بیشترین حجم کالایی که توسط شناور بارگیری می شود باید تا آنجایی باشد که خط TF مماس با سطح آب قرار بگیرد، در این منطقه بیشترین بارگیری برای شناورها صورت می گیرد.

منظور از منطقه استوایی نیز منطقه ای است که معمولاً آب و هوا یا اقلیم گرم و مرطوب دارد و در میان مدارهای رأس السرطان و رأس الجدی واقع شده است.

آب شیرین هم، آبی است که درصد املاح نمکی غیر حل شدنی آن بسیار کم و زلال باشد.

منطقه WNA (زمستانی در اطلس شمالی) بیشترین حجم کالایی که توسط شناور بارگیری می شود باید تا آنجایی باشد که خط WNA مماس با سطح آب قرار بگیرد، کمترین بارگیری برای شناورها در این منطقه صورت می پذیرد.

چرخه گردش آب در منطقه WNA بسیار منحصر به فرد می باشد، به همین دلیل خط شاهین برای این منطقه منحصرأً مشخص شده است، آب های اطلس شمالی با عبور از شمال به نزدیکی آفریقا می رسد و در اقیانوس هند و حتی دورتر در اقیانوس آرام تبخیر شده و در نهایت با ریزش باران مجدداً به اقیانوس اطلس شمالی بازگشته و این چرخه مجدداً تکرار می شود.

## چرا روی سطح خیابان ها و جاده های یخ زده، نمک می پاشند؟

۱۶

هدف : بررسی اثر ناخالصی بر روی دمای ذوب یخ

با اضافه کردن نمک به یخ دمای ذوب مخلوط به مقدار پایین تر از صفر خواهد رسید و به دلیل بیشتر شدن اختلاف دمای مخلوط با دمای هوای اطراف باعث می شود که یخ ها زودتر ذوب شوند.

۱ تحقیق کنید که دماهای زیر صفر درجه سلسیوس چه کاربردهایی در صنعت و پزشکی دارد و چگونه به این دماها می رسند؟

۲

یکی از روش ها استفاده از یخ خشک است که در سال ۱۸۳۵ میلادی شیمی دانی از کشور فرانسه به نام آدرین ژان پیر پیلوریه برای نخستین بار یخ خشک (کربن دی اکسید منجمد) را کشف کرد. یخ خشک

امروزه کاربردهای فراوانی در صنعت و پزشکی دارد که در زیر به صورت خلاصه به مواردی از آن اشاره می‌کنیم.

- ۱ استفاده برای سردسازی بدون یخچال در موارد پزشکی، صنایع هوایی و... برای انتقال مواد خاص
- ۲ استفاده برای جلوه‌های ویژه و ایجاد مه یا بخار ۳ استفاده در آزمایشگاه‌ها و مراکز علمی ۴ استفاده در صنعت روغن‌سازی ۵ ذخیره مواد غذایی (برای منجمد کردن سریع مواد) ۶ صنعت پخت نان ۷ کندن سرامیک از کف ۸ پایین بردن دما در واکنش‌های شیمیایی ۹ تهیه نوشابه ۱۰ در پزشکی برای منجمد کردن زگیل‌ها و برداشتن آنها ۱۱ کند کردن واکنش‌های شیمیایی ۱۲ انتقال گیاهان و رشد گیاهان ۱۳ عامل ایجاد فشار ۱۴ انقباض فلزات جهت فیت شدن ۱۵ چاه‌های آب ۱۶ جذب‌کننده مگس‌ها و حشرات موذی ۱۷ بارور کردن ابرها

**تولید یخ خشک:** تولید یخ خشک بی‌رنگ (مرغوب) با فشرده کردن گاز کربن دی‌اکسید امکان‌پذیر است. روش‌های تولید یخ خشک به طور خلاصه به ترتیب زیر است:

- ۱ گاز دی‌اکسید کربن خالص را تحت فشار قرار داده و از آن گرما می‌گیرند تا به مایع تبدیل شود.
- ۲ در هنگام فشرده کردن مقداری از کربن دی‌اکسید مایع تبخیر می‌شود و با پایین آمدن دمای کربن دی‌اکسید مایع، مقدار باقی‌مانده در نهایت به طور کامل از مایع به جامد تبدیل می‌شوند.
- ۳ در نهایت دی‌اکسید کربن منجمد را که فشرده و جامد شده است، به صورت قالب‌های کوچک یا بزرگ مکعبی که یخ خشک نامیده می‌شوند، بسته‌بندی می‌کنند. استانداردهای این قالب‌های مکعبی تقریباً ۳۰ کیلوگرم است.

## چگونه در روزهای خیلی سرد زمستان، که سطح آب دریاچه‌ها یخ می‌زند، ماهی‌ها زنده می‌مانند؟

۱۷

**هدف:** مشاهده و بررسی رفتار غیرعادی آب

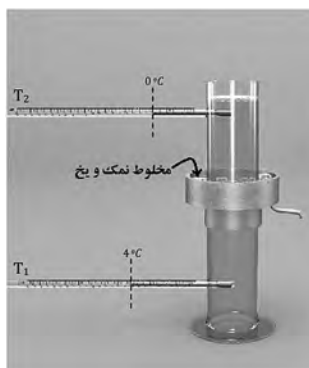
در زمستان‌های سرد، سطح آب آب‌گیرها و دریاچه‌های کوچک یخ می‌زند و به تدریج ضخیم‌تر می‌شود؛ اما در ته آبگیرها، دمای آب بالاتر از صفر درجه بوده و برای موجودات زنده‌ای که در آنجا زندگی می‌کنند، نسبتاً گرم و مناسب است. در واقع حجم بیشتر مایع‌ها با کم شدن دما کاهش و در نتیجه چگالی آنها افزایش می‌یابد، ولی رفتار آب در محدوده دمایی  $0^{\circ}\text{C}$  تا  $4^{\circ}\text{C}$  دیده می‌شود. در این بازه دمایی با افزایش دما، حجم کاهش و چگالی آن افزایش می‌یابد، پس از دمای  $4^{\circ}\text{C}$ ، حجم آب افزایش پیدا می‌کند و در نتیجه چگالی آن کاهش می‌یابد. همین تغییر حجم غیرعادی آب است که موجب می‌شود دریاچه‌ها به جای اینکه از پایین

به بالا یخ بزنند از بالا یخ بزنند. وقتی دمای سطح آب مثلاً از  $1^{\circ}\text{C}$  اندکی کمتر شود، چگالی آب نسبت به آب زیر خود افزایش می‌یابد و این آب، پایین می‌رود. این رفتار تا رسیدن به دمای  $4^{\circ}\text{C}$  ادامه می‌یابد؛ ولی در دمای پایین‌تر از  $4^{\circ}\text{C}$ ، حجم آب افزایش پیدا می‌کند و در نتیجه چگالی آن کاهش می‌یابد؛ یعنی سرد شدن بیشتر موجب می‌شود که چگالی آب سطح دریاچه نسبت به آب زیر آن کمتر شود و در نتیجه در سطح باقی بماند تا اینکه یخ بزند. بنابراین در حالی که آب زیر دریاچه هنوز مایع است و دمایی بیشتر از صفر درجه دارد، سطح آب یخ می‌زند. اگر آب دریاچه از پایین به بالا یخ می‌زد، اثرات زیست محیطی زیان‌باری در پی داشت و حیات گیاهی و جانوری در عمق دریاچه‌ها از بین می‌رفت. برای توضیحات بیشتر به صفحه ۱۰۷ کتاب فیزیک ۱ پایه دهم مراجعه نمایید.

شکل رویه‌رو وسیله‌ای را نشان می‌دهد که برای بررسی انبساط غیرعادی آب می‌باشد و به دستگاه هوپ (Hope's Apparatus) مشهور است.

در این وسیله در ظرف مسی که در اطراف استوانه شیشه‌ای پر از آب قرار دارد مقداری مخلوط یخ و نمک ریخته می‌شود. بعد از کمی دماسنج پایین دمای  $4^{\circ}\text{C}$  و دماسنج بالایی دمای  $0^{\circ}\text{C}$  نشان خواهد داد.

## یافته‌های من



رفتار آب در محدوده دمایی  $0^{\circ}\text{C}$  تا  $4^{\circ}\text{C}$  غیرعادی می‌باشد یعنی در این بازه دمایی با افزایش دما، حجم کاهش و چگالی آن افزایش می‌یابد و آب در دمای  $4^{\circ}\text{C}$  کمترین حجم و بیشترین چگالی را دارد.

## توسعه و کاربرد

اثرات زیست محیطی زیان‌باری در پی داشت و حیات گیاهی و جانوری در عمق دریاچه‌ها از بین می‌رفت.

## چگونه یک دما پای (ترموستات) ساده بسازیم؟

**هدف:** مشاهده و بررسی انبساط طولی فلزها و کاربرد آن در زندگی روزمره و صنعت زمانی که یک نوار فلزی را گرم می‌کنیم منبسط می‌شود میزان انبساط فلزهای مختلف باهم متفاوت است و اگر دو نوار فلزی را از ابتدا و انتها روی هم پرچ کنیم با افزایش دما یکی از فلزها بیشتر از دیگر افزایش طول می‌یابد و این باعث می‌شود که این تیغه به سمتی که کمتر منبسط می‌شود خم شود. از این ویژگی استفاده کرده و وسیله‌ای به نام دما پا یا ترموستات می‌سازند. در واقع دما پا کلیدی الکتریکی است که در آن، قطع و وصل جریان با استفاده از حسگرهای گرمایی انجام می‌شود.

در داخل حباب شیشه‌ای استارتر مهتابی دو تیغه فلزی غیرهم جنس روی هم قرار دارند که با گرم کردن حباب شیشه‌ای این تیغه دو فلزی گرم شده و به طرف تیغه فلزی دیگر خم شده و با آن تماس پیدا می‌کند و باعث می‌شود که مدار بسته شده و لامپ روشن شود. با سرد شدن تیغه به جای اول خود برگشته و مدار باز می‌شود و لامپ خاموش می‌گردد.

دماپاها در بسیاری از وسایل الکتریکی مانند: یخچال، آبگرمکن، کتری برقی، اتو و بخاری برقی و... کاربرد دارند.

برای آشنایی بیشتر به صفحه ۱۰۳ کتاب فیزیک ۱ پایه دهم مراجعه نمایید.

در مدار لامپ مهتابی برای روشن شدن لامپ لازم است که گاز درون لامپ مهتابی برانگیخته شود و برای برانگیخته شدن این گاز به اختلاف پتانسیلی بیشتر از  $22^\circ$  ولت نیاز داریم. برای این کار از یک خودالقا (سلف) استفاده می‌شود زمانی که جریان در یک سلف قطع و وصل شود به دلیل تغییر شار مغناطیسی یک نیروی محرکه خود القایی در سلف ایجاد می‌شود که بیشتر از  $22^\circ$  ولت بوده و می‌تواند باعث برانگیخته شدن گاز داخل لامپ مهتابی شود. برای ایجاد این نیروی محرکه خود القایی لازم است که جریان قطع و وصل شود که این کار توسط دما پای داخل حباب شیشه‌ای انجام می‌شود. زمانی که اختلاف پتانسیل  $22^\circ$  ولت در دو سر استارتر مهتابی ایجاد می‌شود به دلیل فاصله کم نوارهای فلزی از هم این اختلاف پتانسیل می‌تواند باعث برانگیختگی گاز داخل حباب استارتر شود و به دلیل گرم شدن برای یک لحظه مدار بسته می‌شود و دوباره قطع می‌شود. در نتیجه، نیروی محرکه خود القایی سلف باعث برانگیخته شدن گاز درون مهتابی و روشن شدن آن می‌شود. بنابراین، دیگر جریانی از داخل استارتر عبور نمی‌کند و از مدار خارج می‌شود.

## یافته های من

با استفاده از خاصیت انبساط و انقباض فلزهای می توان یک کلید الکتریکی ساخت.

## توسعه و کاربرد

یخچال، آبگرمکن، کتری برقی، اتو و بخاری برقی و...

## کدام یک گرمای بیشتری مبادله می کند؟

۱۹

**هدف :** بررسی و مقایسه گرمای ویژه آب و یک قطعه فلزی

بعد از انجام آزمایش مشاهده می شود که چون گرمای ویژه آب تقریباً ۴ تا ۵ برابر گرمای ویژه فلزها می باشد بنابراین دمای ظرف آبی که آب به آن اضافه می شود تقریباً ۴ تا ۵ برابر بیشتر از ظرف دیگر افزایش پیدا می کند. از روی همین تفاوت دما هم می توان به طور تقریبی به نسبت گرمای ویژه بین دو جسم پی برد.

|   |                |
|---|----------------|
| .....   | یافته های من   |
| ۱- تحقیق کنید که در چه دستگاه هایی از آب برای خنک کردن استفاده می کنند.<br>۲- ..... | توسعه و کاربرد |

## یافته های من

گرمای ویژه آب نسبت به فلزها خیلی بیشتر است.

## توسعه و کاربرد

برای خنک کردن موتورهای درون سوز مانند موتور اتومبیل ها - برای خنک کردن وسایل و دستگاه های برقی مانند دستگاه های تراشکاری و CNC - برای سرد کردن فلزها در و تیغه های برش و مته ها در هنگام سوراخکاری و برشکاری - استفاده در کولرهای آبی و...

- ۱ کتاب جامع آزمایشگاه شیمی، نویسندگان زهرا ارزانی، فریده سلطانی اصل و فهیمه روحی، انتشارات مدرسه، ۱۳۹۵.
  - ۲ مهارت‌های آزمایشگاهی زیست‌شناسی، نویسندگان زهرا رحمانی مهر و غلامحسین نیکونام، نشر سپاس، ۱۳۸۷.
  - ۳ آزمایشگاه زیست‌شناسی ۲ (زیست‌شناسی گیاهی)، نویسندگان علی غلامی و علی رضا لطفی، مؤسسه فرهنگی، هنری، انتشاراتی ضریح آفتاب، ۱۳۸۷.
  - ۴ آنچه معلم علوم باید بداند، اندی بایرز، آن چایلدز و کریس لین، ترجمه حسین دانش فر، انتشارات مدرسه، ۱۳۷۷.
  - ۵ آزمایشگاه زیست‌شناسی، نویسندگان علی اصغر آذر، تیمور زمان نژاد و ابوالفتح معظمی، شرکت چاپ و نشر کتابهای درسی ایران، ۱۳۹۴.
  - ۶ فیزیک تجربی (از مجموعه پنج جلدی المپیاد فیزیک)، ترجمه روح‌ا... خلیلی و ناصر مقبلی، انتشارات مدرسه، ۱۳۹۴.
  - ۷ آزمایش‌های فیزیک ۱ و ۲، نویسندگان محمد رضا خیاطان و همکاران، سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی، ۱۳۷۳.
  - ۸ مبانی زمین‌شناسی، فردریک لوتگن تاربوک، ترجمه رسول اخروی، انتشارات مدرسه ۱۳۸۳.
- ۹ Weiner S. A., Harrison B., Introduction to Chemical Principles, a Laboratory Approach, 7th Edition, Brooks– Cole, 2010.
  - ۱۰ Bauer R. C., Birk J.P., Sawyer D.j., Laboratory Inquiry in Chemistry, Brooks Cole, 2009.
  - ۱۱ Jain A. K., Upadhyay E., Environmental Science Lab Manual, 2009.
  - ۱۲ Seager S.L., Slabaugh M.R., Safety Scale Laboratory Experiment for Chemistry Today, Brooks Cole, 2011.
  - ۱۳ Williamson V., Peck L., Experiments in General Chemistry Inquiry and Skill Building, Brooks Cole, 2009.
  - ۱۴ Beran J.A., Laboratory Manual for Principles of General Chemistry, 10th Edition, Wiley Pub., 2014.

- ۱۵ Stanton B., Zhu L., Atwood C.H., Experiment in General Chemistry, Brooks cole, 2010.
- ۱۶ Walker P. and Wood E., Facts on File Science Experiments (Chemistry Experiments), Facts on File Inc., 2011.
- ۱۷ Singer S.R. et al., America's Lab Report (Investigations in High School Science), The National Academies Press, 2006.
- ۱۸ Bettelheim F.A. and Landesberg J.M., Laboratory Experiments for Introduction to General, Organic, and Biochemistry, 7th Edition, Brooks Cole, 2010.
- ۱۹ Greenberg B.R., and Patterson D., Art in Chemistry; Chemistry in Art, 2th Edition, Teacher Ideas Press, 2008.
- ۲۰ Postma J. M., et al, Chemistry in the Laboratory , W. H. Freeman, 2009.
- ۲۱ Ibanez J.G., et al, Environmental Chemistry Microscale Laboratory Experiments, Springer, 2008.
- ۲۲ Moran L. et al. Chemical Laboratory Safety and Security, The National Academies Press, 2010.
- ۲۳ Hackett J. K. et al., Earth Science, A closer look, Teacher's edition, Grade 4, New Edition, 2011.
- ۲۴ Scott F., Science, Pearson, 2005.
- ۲۵ James, F. Hall., Experimental Chemistry Lab Manual Paperback, 2007.
- ۲۶ Lee R. Summerlin . Chemical Demonstrations: A Sourcebook for Teachers Volume 1 Spiral- bound, 1988 .
- ۲۷ Bonnet, Robert L. Science fair Projects : Chemistry, 2000.
- ۲۸ Gold-Dworkin, Heidi. Fun with Mixing and Chemistry, 2000.
- ۲۹ Wilson J. D., Hernandez – Hall C. A., Physics Laboratory Experiments, 8th Edition, Cengage Learning pub, 2014.
- ۳۰ Focus On Physical Science, Mac Graw Hill, 2007.