

کار در آزمایشگاه و ایمنی

الف) آشنایی با محیط آزمایشگاه

محیط آزمایشگاه نسبت به سایر محیط‌های آموزشی مدرسه متفاوت است، زیرا وجود مواد شیمیایی و وسایل آسیب‌پذیر آزمایشگاهی گوناگون در آزمایشگاه از یک سو، وجود لوله‌های گاز، آب و سیم‌های برق و دستگاه‌های حساس از سوی دیگر، ضرورت رعایت نکات ایمنی را افزایش می‌دهد؛ بنابراین داشتن اطلاعات درست و کافی درباره هر یک از موارد زیر ضروری است:

- ۱- موقعیت هر گروه، میز کار، محل نگهداری وسایل و مواد
- ۲- جای مخزن (کپسول) آتش‌نشانی و جعبه کمک‌های اولیه و نحوه کار با آنها
- ۳- محل شیرهای آب و گاز و محل شست‌وشوی ظرف‌ها و همچنین محل شیر اصلی آب و گاز آزمایشگاه
- ۴- نحوه کار با هود آزمایشگاهی (محل انجام دادن بعضی از آزمایش‌ها یا قرار دادن مواد شیمیایی)
- ۵- محل پریزهای برق، فیوز برق میزها، کلید چراغ‌های روشنایی، فیوز اصلی آزمایشگاه
- ۶- محل جمع‌آوری پسماندها و نگهداری مواد زائد شیمیایی
- ۷- خروج اضطراری





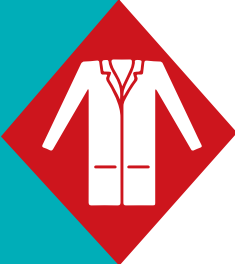
ب) کار گروهی

یکی از مهم‌ترین موضوع‌ها در کارهای آزمایشگاهی، همکاری، همیاری و همفکری بین اعضای گروه است که در اجرای آزمایش، کاهش خطاهای فردی و گرفتن نتیجه‌های منطقی تأثیر زیادی دارد. رعایت موارد زیر سبب ایجاد انسجام در کار گروهی می‌شود:

- ۱- همه اعضای گروه در نگهداری وسایل، نظافت آزمایشگاه، درستی انجام آزمایش و دفع مواد خطرناک و سمی (پسماند خطرناک) مسئول و پاسخگو هستند.
- ۲- رعایت نکات انضباطی از شرایط اولیه کار دسته جمعی است؛ بنابراین مراقب باشید تا مزاحمتی برای گروه، خود و دیگران ایجاد نشود.
- ۳- در هر جلسه، تقسیم کار صورت گیرد تا با مشارکت همه اعضا، آزمایش به درستی به پایان برسد و سعی شود تمامی افراد گروه سهم داشته باشند.
- ۴- تقسیم کار به صورت گردشی باشد و در هر جلسه یا آزمایش، وظایف افراد گروه مشخص شود و به گونه‌ای نباشد که بعضی افراد فقط نظاره‌گر، ثبت‌کننده اطلاعات یا مجری باشند.
- ۵- همه گروه موظف هستند که موارد مشکوک و حادثه‌ساز را گزارش کنند.

پ) توصیه‌های عمومی

- ۱- پس از ورود به آزمایشگاه از روشن بودن دستگاه تهویه اطمینان حاصل کنید.
- ۲- در طول زمان حضور در آزمایشگاه از روپوش سفید آزمایشگاه استفاده کنید.
- ۳- خوردن و آشامیدن در آزمایشگاه ممنوع است، هرگز از ظرف‌های آزمایشگاه به عنوان ظرف غذا و نوشیدنی استفاده نکنید.
- ۴- از بو کردن مستقیم (استنشاق)، چشیدن و لمس کردن مواد در آزمایشگاه خودداری کنید.
- ۵- قبل از شروع آزمایش، وسایل و مواد مورد نیاز را به محل (میز آزمایش) ببرید و تا مربی اجازه کار نداده است آزمایش را آغاز نکنید.
- ۶- قبل از آزمایش، دستور کار را بخوانید و هر سؤالی دارید از مربی خود بپرسید و مطمئن شوید که نشانه‌های ایمنی را که در دستور کار آمده است، درک کرده‌اید.
- ۷- چگونگی استفاده درست و ایمن از وسایل و مواد آزمایش را بیاموزید و اگر در به کارگیری آن مشکل دارید از مربی خود راهنمایی بخواهید.
- ۸- برای جلوگیری از آلودگی هوای آزمایشگاه و مواد شیمیایی، از محکم بودن درپوش ظروف حاوی مواد شیمیایی اطمینان حاصل کنید.
- ۹- هنگام استفاده از ابزارهای اندازه‌گیری، به حداکثر ظرفیت پیش‌بینی شده توجه کنید؛ زیرا اندازه‌گیری بیش از حداکثر تعیین شده، سبب آسیب دیدن آن می‌شود.
- ۱۰- پسماند برخی آزمایش‌ها، مانند ید را در سطل زباله یا ظرف شویی نریزید. دور ریختن مواد شیمیایی باید با نظارت مربی انجام گیرد.
- ۱۱- قبل از ترک آزمایشگاه، میز و محل کار خود را تمیز و مرتب کنید و در صورت نیاز به شست‌وشوی ابزار و ظروف آزمایشگاهی، آنها را بشویید و هر یک را در جای خود قرار دهید و تا مربی به شما اجازه نداده است میز کار خود را ترک نکنید.
- ۱۲- هرگونه آتش‌سوزی، برق‌گرفتگی، نشت گاز، شکستگی ظروف و یا هر حادثه را بدون توجه به شدت و کوچکی آن به مربی خود گزارش کنید.



ت) نشانه‌های ایمنی

روی برچسب ظرف مواد شیمیایی برخی دستگاه‌ها و محیط‌های آزمایشگاهی، علامت‌ها و نشانه‌هایی ثبت شده است، بنابراین برای حفظ سلامت در آزمایشگاه علوم، باید با این نشانه‌های استاندارد و بین‌المللی که در زیر آورده می‌شود، آشنا شوید و از آنها پیروی کنید. قبل از هر آزمایش، نشانه‌های ایمنی و سلامت را یاد بگیرید. هر یک از این نشانه‌ها مواردی را هشدار می‌دهد و در صورت بروز حادثه، راه‌حلی را پیشنهاد می‌کند. آن را به یاد بسپارید تا زمانی که این نشانه‌ها را مشاهده کردید، از راهنمایی مربوط به آن استفاده کنید.

| نشانه‌ها | خطر | مثال‌ها | احتیاط | راه‌حل |
|--|--|---|---|---|
|  پسماند | در صورت ریختن پسماند در فاضلاب برای جانداران خطرناک و مرگ‌آور است. | مواد شیمیایی مضر، اعضای موجودات زنده | این گونه مواد را داخل ظرف شویی یا سطل آشغال نریزید. | زباله‌ها را تحت نظر مربی دور بریزید. |
|  مواد زیستی | موجودات و یا سایر مواد زیستی که برای انسان ممکن است مضر باشد. | باکتری‌ها، قارچ‌ها، خون، بافت‌های جداشده | از تماس با این گونه مواد پرهیز کنید. از ماسک و دستکش استفاده کنید. | در صورت تماس، مربی خود را آگاه کنید و سپس دست‌هایتان را بشویید. |
|  سمی | این ماده سمی است. نباید لمس، استنشاق یا بلعیده شود. | جیوه، بسیاری از ترکیبات فلزی، ید | دستورهای مربی خود را اجرا کنید. | همیشه پس از استفاده مواد شیمیایی، دست‌های خود را به طور کامل بشویید. برای کمک‌های اولیه نزد مربی خود بروید. |
|  برق | خطر شوک الکتریکی یا سوختگی | اتصال زمین نادرست، نشت مایع، اتصال کوتاه مدارها، سیم بدون محافظ (لخت) | قسمت‌های مختلف را دوباره بررسی کنید. موقعیت سیم‌ها و دستگاه‌ها را بررسی کنید. | فیوز برق را قطع کنید و بلافاصله به مربی خود اطلاع دهید. |

| نشانه های ایمنی | خطر | مثال ها | احتیاط | راه حل |
|--|--|---|---|--|
|  اکسیدکننده | این مواد ممکن است محرک مواد قابل اشتعال باشد. | پتاسیم پرمنگنات، هیدروژن پراکسید | این گونه مواد باید از ترکیبات قابل اشتعال دور نگاه داشته شوند. و هنگام کار با آنها احتیاط کنید. | در صورت بروز هر نوع مشکل، بلافاصله به مربی خود اطلاع دهید. |
|  خورنده | این مواد بافت های زنده و موادی که با آنها در تماس باشد را از بین می برند. | سولفوریک اسید، برم، سدیم هیدروکسید | این گونه مواد نباید با پوست بدن، چشم ها و لباس ها تماس داشته باشند. | در صورت تماس بدن با مواد خورنده، محل را با آب فراوان بشویید و به پزشک مراجعه کنید. |
|  قابل اشتعال | مایع های آتش گیر، گازهای قابل اشتعال، موادی که خود به خود یا در اثر جذب آب و رطوبت آتش می گیرند. | فسفر، بوتان، سدیم، پتاسیم، استون و بنزن | این مواد نباید با هوا تماس پیدا کنند. | در صورت بروز مشکل، بلافاصله به مربی خود آگاه کنید. |
|  قابل انفجار | این مواد در اثر ضربه، شعله و اصطکاک منفجر می شوند. | آمونیم دی کرومات، نیتروگلیسرین | این گونه مواد را نباید تکان یا مالش داد و باید از شعله و گرما دور نگاه داشته شوند. | به مربی خود اطلاع داده و محل را ترک کنید. |
|  زیان آور | این مواد در صورت وارد شدن به بدن، باعث ایجاد جراحت و صدمه می شوند. | پیریدین، تری کلرواتیلن | بدن نباید با این گونه مواد تماس حاصل کند و از تنفس بخارات آن بپرهیزید | در صورت تماس با مواد زیان آور یا احساس ناخوشی بلافاصله به مربی خود اطلاع دهید. |

ث) جلوگیری از حوادث

بسیاری از حوادث آزمایشگاه قابل پیشگیری است؛ از این رو توصیه می‌شود به منظور جلوگیری از بروز حوادث، موارد زیر را رعایت کنید:

- ۱- در آزمایشگاه با متانت رفتار کنید، از شوخی کردن و جست و خیز پرهیز کنید؛ زیرا ممکن است به بروز حادثه و آسیب دیدگی منجر شود.
- ۲- به نکات ایمنی در راهنمای آزمایش، که توسط مسئول آزمایشگاه در اختیار شما قرار می‌گیرد به دقت توجه کنید و آنها را جدی بگیرید.
- ۳- از تجهیزات ایمنی مانند عینک، پیش بند، ماسک و دستکش استفاده کنید.
- ۴- از به همراه آوردن مواد قابل اشتعال مانند ادکلن و افشانه (اسپری) به آزمایشگاه خودداری کنید.
- ۵- هنگامی که از گاز استفاده نمی‌کنید، شیر آن را ببندید و بعد از استفاده از چراغ الکلی فوراً آن را با گذاشتن درپوش، خاموش کنید.
- ۶- برچسب روی مواد را به دقت بخوانید؛ زیرا کوتاهی و بی احتیاطی در این مورد، پیامدهای جبران ناپذیری دارد.
- ۷- قبل از دست زدن به ظرف‌های شیشه‌ای گرم، اجازه دهید به اندازه کافی خنک شوند و اگر مجبور به جابه‌جا کردن آنها هستید از گیره استفاده کنید.
- ۸- هرگز شعله حاصل از سوختن روغن‌ها یا حلال‌های آلی را با آب خاموش نکنید، زیرا آتش گسترش می‌یابد.
- ۹- آزمایش‌هایی را که بخار، گاز سمی یا دود ایجاد می‌کنند، در زیر هود یا جعبه‌های دستکش دار انجام دهید.
- ۱۰- برای برداشتن محلول‌ها از ابزار ویژه، مانند پیپت پرن یا سرپیپت استفاده کنید، هرگز به جای آن از لوله شیشه‌ای و دهان استفاده نکنید.



ج) موقعیت اضطراری

- ۱- اگر آتش سوزی اتفاق افتاد، نخست شیرگاز را ببندید و فوراً آزمایشگاه را ترک و مربی و مسئولان مدرسه را مطلع کنید تا بتوانند آتش را خاموش کنند.
- ۲- مخزن آتش‌نشانی و جعبه کمک‌های اولیه، تنها باید توسط مربی استفاده شود؛ مگر اینکه وضعیت اضطراری و به شما اجازه داده شده باشد.
- ۳- در صورت نشت مواد شیمیایی، برای تمیز کردن محیط آزمایشگاه، حتماً با اطلاع و نظارت مربی خود عمل کنید.
- ۴- اگر ماده شیمیایی با بدن و پوست شما تماس پیدا کرد یا به داخل چشم پاشیده شد به سرعت پوست یا چشم را با مقدار فراوانی آب، شست‌وشو دهید و با راهنمایی مربی به مرکز درمانی مراجعه کنید.
- ۵- اگر در انجام دادن کار، اسید با پوست بدن شما تماس پیدا کرد، به سرعت محل را با مقدار زیادی آب بشویید و سپس با محلول سدیم هیدروژن کربنات و دوباره با مقداری آب شست‌وشو دهید، سپس با گاز استریل بیوشانید و به مراکز درمانی مراجعه کنید.
- ۶- اگر در هنگام کار، مواد قلیایی (بازی) با پوست بدن شما تماس پیدا کرد، به سرعت محل را با مقدار زیادی آب بشویید و سپس با محلول استیک اسید ۱٪ و دوباره با مقداری آب، شست‌وشو دهید، سپس با گاز استریل بیوشانید و به مرکز درمانی مراجعه کنید.
- ۷- اگر برق گرفتگی برای دوستان پیش آمد، به سرعت به کمک یک عایق، اتصال برق را قطع کنید تا با قطع فیوز برق مشکل بر طرف شود.
- ۸- اگر لباس تان آتش گرفت، ندوید، بخوابید و غلت بزنید. در صورت امکان با پتو آتش را خفه کنید و هرگز فرار نکنید.



روش علمی

در یک روز سرد زمستانی، عرفان و خانواده‌اش درحال رفتن به شهر ارومیه بودند. هنگام عبور از روی پل احداث شده روی دریاچه ارومیه، عرفان مشاهده کرد که دماسنج خودرو، دمای هوای بیرون را ۸- درجه سلسیوس نشان می‌دهد، اما آب دریاچه یخ نزده است! او با تعجب از پدرش، که معلم یکی از شاخه‌های علوم تجربی است، پرسید: مگر آب در دمای صفر درجه سلسیوس یخ نمی‌زند؟ پس چرا آب دریاچه یخ نزده است؟



پدر در حالی که تبسمی بر لب داشت، به آب دریاچه و دماسنج خودرو نگاهی کرد و گفت: آفرین پسر، عجب دقتی! حالا تو می‌توانی به روش علمی پاسخ این پرسش را پیدا کنی. عرفان که هنوز در حل مسائل خود به روش علمی مشکل داشت، از پدرش خواست که در این زمینه به او کمک کند. پدر نیز پذیرفت و به عرفان گفت: روش علمی با مشاهده و طرح پرسش آغاز می‌شود که تو تا اینجا آن را انجام داده‌ای. مرحله بعد جمع‌آوری اطلاعات است که بهتر است از همین جا شروع کنیم و حالا که هنوز در محل دریاچه هستیم، مقداری از آب دریاچه را برای آزمایش برداریم. از این رو آنها کمی جلوتر در ساحل دریاچه ایستادند. آنها افزون بر پرکردن یک ظرف چهار لیتری از آب دریاچه، از پرندگان زیبایی که روی پرها و نوکشان بلورهای ریز هالیت (نمک خوراکی) مشاهده



می‌شد، تعدادی عکس گرفتند. در این عکس‌ها بلورهای زیبای هالیت و نمک‌های دیگر، روی سنگ‌های ساحلی جلب توجه می‌کرد. پدر گفت: این مشاهده نشان می‌دهد که میزان شوری آب دریاچه بسیار زیاد است. سپس آنها به مسیر خود ادامه دادند و در مسیر، پدر اهمیت حل مسائل به روش علمی را برای افراد خانواده توضیح داد و از عرفان پرسید: خوب، به نظر تو علت یخ زدن آب دریاچه چیست؟

فرزند کنجکاو پاسخ داد: «من فکر می‌کنم دماسنج خودرو خراب است و دما زیر صفر نیست و گرنه باید آب دریاچه منجمد می‌شد». پدر گفت: این پاسخی که تو مطرح کردی، یک فرضیه است. فرضیه حدس و گمانی است که پژوهشگر در زمینه موضوع مورد پژوهش، مطرح می‌کند که ممکن است درست یا نادرست باشد. دو ویژگی فرضیه این است که:

۱- قابل آزمایش باشد. ۲- با شواهد موجود منطبق باشد.



فرضیه‌ای که تو مطرح کردی، هر دو ویژگی را دارد؛ بنابراین باید برای اطمینان از درستی یا نادرستی، آن را مورد آزمایش قرار دهیم. در روش علمی به این فعالیت، آزمون فرضیه می‌گویند؛ به عبارت دیگر آزمون فرضیه، طراحی موقعیتی است که پژوهشگر با استفاده از آن می‌تواند، متوجه شود که فرضیه‌اش درست است یا نادرست. عرفان درصدد آزمایش فرضیه خود بود تا اینکه آنها به ارومیه رسیدند. او یک دماسنج استاندارد خرید و دمای دماسنج خود را با آن مقایسه کرد و متوجه شد که دماسنج خودرو خراب نیست؛ یعنی فرضیه‌اش رد شد. بنابراین او باید فرضیه دیگری مطرح می‌کرد. دوباره با دقت بیشتری به تصویرهایی که از دریاچه تهیه کرده بود، نگاه کرد و به یاد آورد که در روزهای سرد زمستان با ریختن شن و نمک روی جاده‌های یخ زده، یخ و برف سطح جاده‌ها ذوب می‌شود. همچنین با مراجعه به منابع علمی معتبر، این فرضیه جدید را مطرح نمود: «پایین بودن نقطه انجماد آب دریاچه، به دلیل وجود مقدار زیاد نمک موجود در آن است.»

او برای آزمایش فرضیه خود، دو لیوان یک‌بار مصرف کاغذی انتخاب کرد. در یکی از آنها آب آشامیدنی و در دیگری آب دریاچه ارومیه را ریخت و داخل یخ‌زن* (فریزر) گذاشت و دمای آن را روی دمای 8°C تنظیم کرد. سپس در فاصله‌های زمانی مختلف حالت آب داخل لیوان‌ها را کنترل و جدول زیر را کامل کرد.

حالت آب در زمان‌های مختلف پس از گذاشتن در یخ‌زن

| | | | | زمان / نوع آب |
|----------------------|-------------------|-------------------------|----------|------------------|
| ده ساعت | شش ساعت | سه ساعت | ۱۵ دقیقه | آب آشامیدنی |
| ایجاد یخ بلوری و سخت | ایجاد یخ حباب‌دار | ایجاد پولک‌های یخ در آب | مایع | آب دریاچه ارومیه |
| مایع | مایع | مایع | مایع | |

باتوجه به جدول بالا، آیا فرضیه دوم عرفان تأیید می‌شود؟ توضیح دهید.

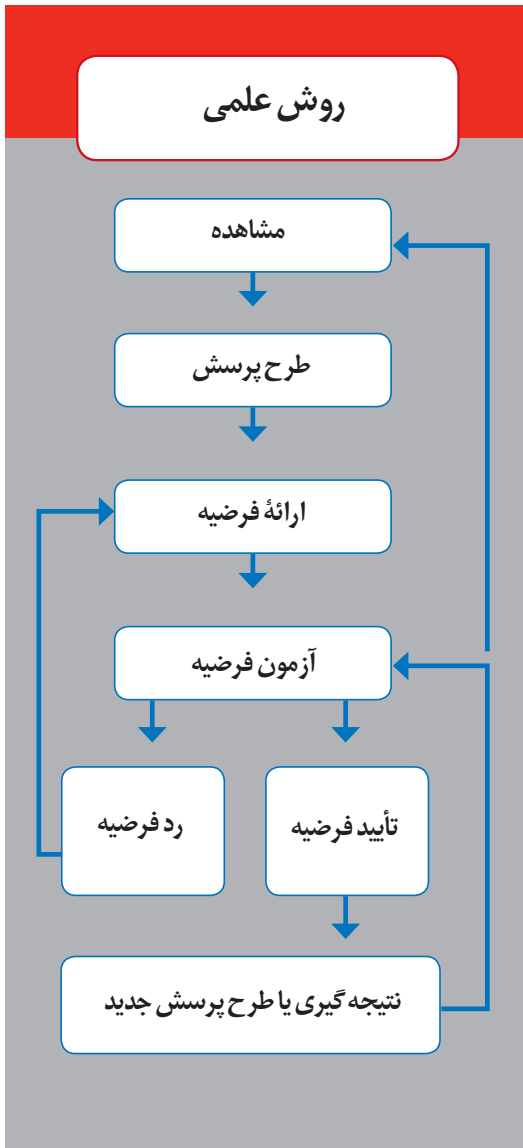
فکر کنید

پدر پس از دیدن این جدول به او گفت: آفرین، حالا پاسخ پرسش خود را به روش علمی پیدا کردی. راستی آیا می‌دانی در این پژوهش، متغیرهای آزمایش چه بود؟ عرفان پاسخ داد: نه نمی‌دانم. متغیر چیست؟ پدر ادامه داد: متغیر از نظر لغوی به معنی چیزی است که تغییر می‌کند. در روش علمی به عوامل مؤثر بر پدیده مورد پژوهش، متغیر گفته می‌شود. متغیر باید قابل مشاهده و اندازه‌گیری باشد؛ به عنوان مثال در این پژوهش، به مقدار نمک‌های محلول در آب دریاچه، که روی دمای انجماد آب اثر دارد، متغیر مستقل گفته می‌شود.

عرفان پرسید: متغیر مستقل دیگر چیست؟ پدر پاسخ داد: **متغیر مستقل**، متغیری است که در یک پژوهش، میزان تأثیرگذاری آن بر پدیده مورد پژوهش، بررسی می‌شود؛ به عبارت دیگر در هر پژوهش فقط یک متغیر مستقل وجود دارد؛ زیرا اگر بیش از یک متغیر داشته باشیم، نمی‌توانیم متوجه شویم که تغییرات ایجاد شده ناشی از کدام متغیر بوده است. به متغیرهایی که تحت تأثیر متغیر مستقل قرار دارند، **متغیر وابسته** می‌گویند؛ به عنوان مثال در همین پژوهش، دمای انجماد آب دریاچه، متغیر وابسته است یعنی اینکه، با تغییر مقدار نمک محلول در آب دریاچه، دمای انجماد تغییر می‌کند. پدر در ادامه نمونه شاهد را هم توضیح داد.

نمونه شاهد (گواه): نمونه‌ای است که دارای تمام ویژگی‌های نمونه اصلی مورد مطالعه است و تنها تفاوت آن با نمونه اصلی در متغیر مستقل است؛ به عنوان مثال در این آزمایش، لیوان آب آشامیدنی نمونه شاهد است که با دما، حجم و نوع ظرف یکسان در کنار نمونه اصلی، که آب دریاچه ارومیه است در داخل یخ‌زن قرار داده می‌شود و نمک‌های محلول در آب دریاچه ارومیه، متغیر مستقل است که این متغیر در لیوان آب آشامیدنی وجود ندارد.

همان‌گونه که در آزمایش دیدید، روش علمی، مسیری مطمئن برای کشف مجهول‌ها و حل مسائل مرتبط به زندگی، به‌ویژه در حوزه علوم تجربی است. در این روش، از مهارت‌های مختلفی مانند مشاهده، طرح پرسش، اندازه‌گیری، فرضیه‌سازی، آزمایش فرضیه، استنباط، بررسی علت و معلول، نتیجه‌گیری، مدل‌سازی و... استفاده می‌شود. البته این مهارت‌ها لزوماً و همیشه با ترتیب معین پشت سر هم انجام نمی‌شود، بلکه برخی از مراحل آنها با توجه به اوضاع پژوهش، ممکن است جابه‌جا، یا تکرار





شود؛ به عنوان مثال اگر فرضیه‌ای رد شود، ممکن است نیاز باشد که پژوهشگر دوباره از ابتدا به جمع‌آوری اطلاعات، ارائه فرضیه جدید و ... اقدام کند.

استنباط، نتیجه‌گیری و درک رابطه علت و معلولی بسیار مهم‌اند. استنباط، پاسخ یا توضیحی است که درباره یک پدیده، با توجه به داده‌های موجود ارائه می‌شود. برای نمونه: سیاره عطارد هر ۸۸ روز یک بار به دور خورشید می‌گردد در حالی که سیاره‌های مریخ و نپتون به ترتیب در مدت زمان‌های ۶۸۷ روز و ۱۶۴/۵ سال به دور خورشید می‌گردند. با توجه به اینکه دانشمندان یافته‌اند که هر سیاره روی مدار ویژه‌ای به دور خورشید می‌گردد، از این داده‌ها این‌گونه استنباط می‌شود که سیاره عطارد به دور خورشید نزدیک‌تر است.



واقعیت‌های علمی مطرح شده در متن بالا را در پیرایندهای (کادرهای) کوچک و استنباط خود را در پیرایند بزرگ قرار دهید.

فکر کنید

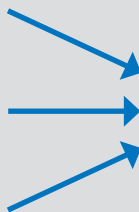
واقعیت علمی

استنباط

.....

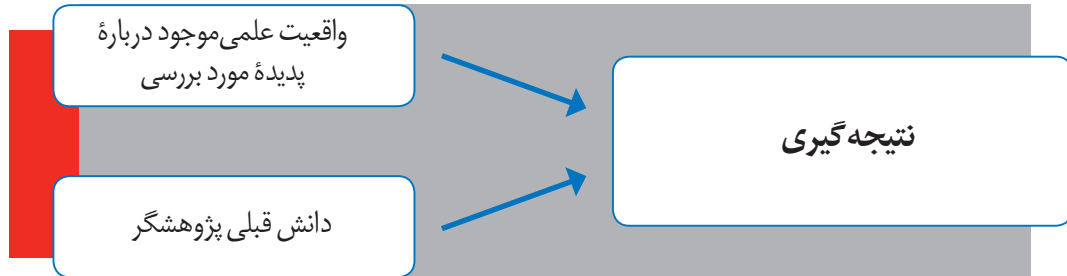
.....

.....

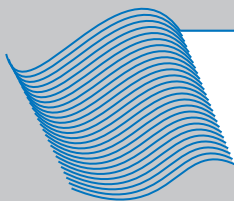
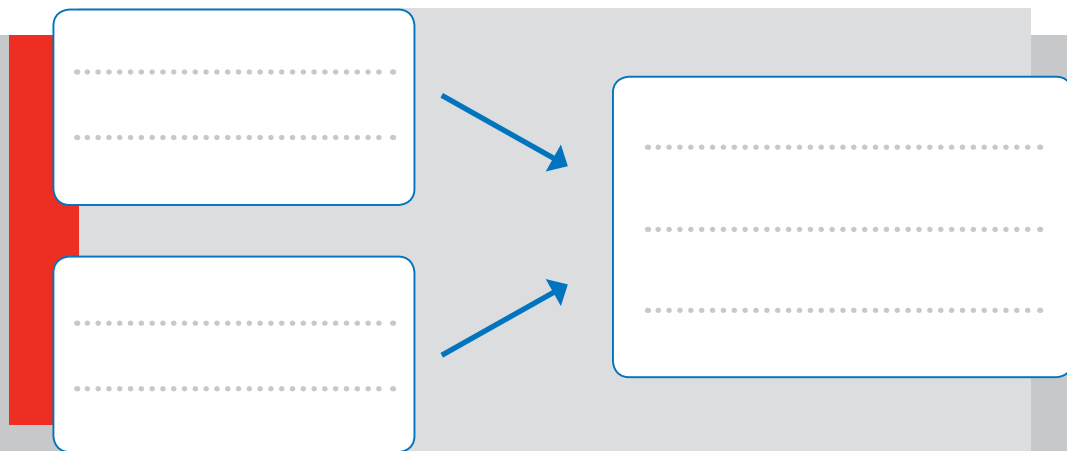


.....

نتیجه‌گیری هنگامی روی می‌دهد که شما اطلاعات علمی موجود در متون علمی را در کنار دانش و مشاهدات خود قرار می‌دهید و شروع به استنتاج و در نهایت نتیجه‌گیری می‌نمایید.
عرفان براساس مشاهدات خود متوجه شد که میزان نمک‌های موجود در دریاچه ارومیه زیاد است.



دانشته‌های علمی پدر او کمک کرد که وجود نمک فراوان در آب می‌تواند نقطه انجماد آب را کاهش دهد و نتایج آزمایش در نهایت منجر شد که عرفان به این نتیجه دست یابد: «دلیل پایین بودن نقطه انجماد آب دریاچه، زیاد بودن مقدار نمک موجود در آن است.»

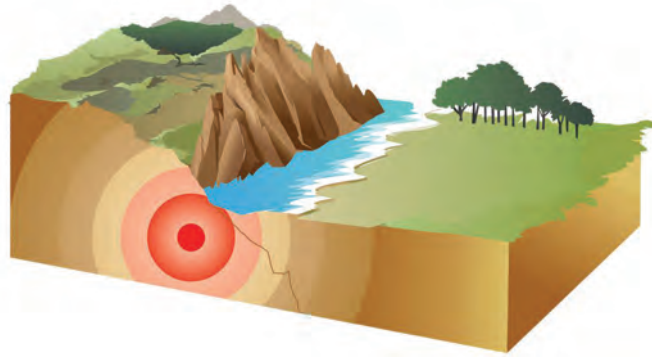


در پیرایندهای کوچک بالا، واقعیت‌های علمی و مشاهدات تجربه پژوهشی پدر عرفان را قرار دهید و در پیرابند بزرگ، نتیجه‌گیری را بنویسید.

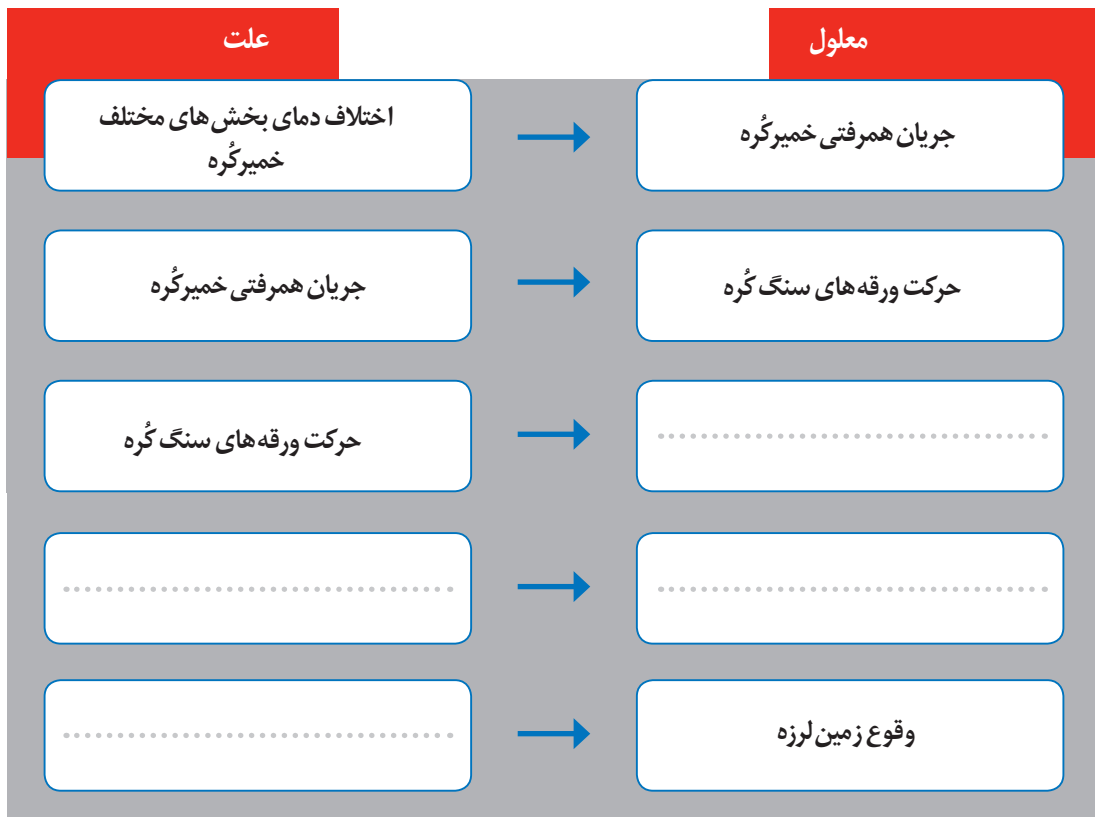
فکر کنید

یافتن رابطه علت و معلولی در بررسی هر پدیده علمی، می‌تواند به درک بهتری از آن پدیده منجر گردد. یک علت می‌تواند سبب چندین معلول گردد و در عین حال یک معلول می‌تواند ناشی از چند علت باشد. به متن صفحه بعد دقت کنید و پیرایندهای خالی را تکمیل کنید.





زمین لرزه به عنوان یکی از پدیده‌های طبیعی آفریدهٔ خداوند، هنگامی رخ می‌دهد که انرژی درونی زمین به صورت امواج لرزه‌ای آزاد گردد. این انرژی، حاصل شکستن ورقه‌های سنگ کره است و شکستن ورقه‌های سنگ کره ناشی از حرکت، برخورد یا کشش ورقه‌هاست. حرکت ورقه‌ها، خود تحت تأثیر جریان‌های همرفتی خمیرگه است و این جریان‌ها به علت اختلاف دمای بخش‌های مختلف خمیرگه به وجود می‌آید. با استفاده از مطالب، روابط علت و معلولی زیر را تکمیل کنید.



شما نیز پاسخ یکی از پرسش‌هایی را که برایتان مطرح شده است، به روش علمی پیدا کنید.

طراحی
کنید