مانند دانشمندان فکر کنید.

شربت آب‌لیمو درست کنید.

امروزه از «تفکر علمی» «پژوهش علمی» یا «روش علمی» بسیار سخن به میان می‌آید. روش علمی یک شیوه‌ی خاص کار نیست که در آن مراحل کار از پیش تعیین شده باشد بلکه فرایندی انعطاف‌پذیر است که با یک رشته پرسش شروع می‌شود و به دنبال آن، تلاش برای «یافتن» آغاز می‌گردد. روش علمی به‌طور مشخص دارای ویژگی‌های زیر است :

۱ــ در روش علمی از همه‌ی حواس، تا حدّ امکان، استفاده می‌شود تا مشاهده به‌طور دقیق انجام گیرد.

مثال: برگ‌های آن گیاه در آن اتاق کم‌نور، به‌تدریج زرد می‌شوند.

۲ــ درباره‌ی آن چه مشاهده شده است، **پرسش‌هایی** طرح می‌شود.

مثال: چرا برگ‌ها زرد می‌شوند؟

۳ــ در پاسخ به سؤال مطرح شده یا بیان علت آن‌چه مشاهده شده است، **فرضیه‌هایی** ساخته می‌شود.

مثال: گیاه باید نور کافی دریافت کند تا سالم بماند.

یا: اگر نور کافی به گیاه نرسد، زرد می‌شود.

۴ــ از طریق **آزمایش**، اطلاعاتی جمع‌آوری می‌گردد تا فرضیه آزموده شود ؛ یعنی، صحیح یا غلط‌بودن آن اثبات گردد.

مثال: دو گیاه شمعدانی مشابه با شرایط کاملاً یکسان را انتخاب می‌کنیم. یکی را در نور و دیگری را در تاریکی قرار می‌دهیم و مشاهدات خود را ثبت می‌کنیم.

۵ــ اطلاعات تجزیه و تحلیل می‌شوند و نتایجی به‌دست می‌آید.

مثال : گیاهی که در تاریکی بود، به‌تدریج پژمرد (اطلاعات) ؛ پس گیاه به نور احتیاج دارد (نتیجه).

۶ــ باز هم مشاهدات جدیدی انجام می‌گیرد پرسش‌هایی طرح می‌شوند و براساس آن‌ها فرضیه‌هایی ساخته می‌شوند ... .

مثال : «این دو گیاه شمعدانی، به یک اندازه نور می‌بینند ولی چرا یکی خوب رشد می‌کند و دیگری در حال پژمردن است»؟

به این ترتیب، پرسش‌های جدیدی شکل می‌گیرند که باید به همان روش علمی به آن‌ها پاسخ داده شود.

در مثال دیگر برای آزمون فرضیه‌ی «کود شیمیایی در رشد گیاه تأثیر زیادی دارد»، رشد دو گیاه مشابه را در شرایط کاملاً یکسان مورد مشاهده قرار می‌دهیم. به خاک گیاه اول کود شیمیایی اضافه می‌کنیم. آن‌گاه به مشاهده و مقایسه‌ی آن چه اتفاق می‌افتد، می‌پردازیم و با استفاده از اطلاعاتی که جمع‌آوری می‌شود، نتیجه‌گیری می‌کنیم. در این آزمایش، گیاهی که کود شیمیایی مصرف کرده و تحت شرایط کنترل شده رشد یافته است، **گیاه اصلی** و گیاه دوم که چنین شرایطی نداشته است، **گیاه شاهد** نامیده می‌شود.

دلایل و شواهد

دانش‌آموزان شما با کدام یک از جملات زیر موافق‌اند؟

ــ روز سیزدهم هر ماه روز نحسی است.

ــ وقتی در کتری را ببندید، آب در دمای کم‌تری به جوش می‌آید.

ــ وقتی از کسی تعریف می‌کنیم، حتماً باید به چوب (تخته) بزنیم وگرنه برای او اتفاق بدی می‌افتد.

ــ و ... .

از نظر یک دانشمند، همه‌ی این عقاید آزمودنی هستند و به همین دلیل، آن‌ها را می‌توان «**فرضیه**» تلقی کرد.

جمع‌آوری اطلاعات: باید دید کدام عقیده بر شواهد متکی است و کدام یک فقط تصور یا ایده‌ی فردی است. برای آزمون فرضیه، راه‌های زیادی وجود دارد. در بعضی موارد، کافی است اطلاعاتی را جمع‌آوری و سپس تجزیه و تحلیل کنیم ؛ مثلاً، دانشمندی می‌خواهد تحقیق کند که «روز سیزدهم هر ماه روز نحسی است.» او نخست باید «نحس‌بودن» را طوری تعریف کند که قابل اندازه‌گیری باشد ؛ سپس اطلاعاتی جمع‌آوری کند که نشان دهد در روز سیزدهم در ماه‌های مختلف اتفاقات نحسی افتاده است و این اتفاقات از اتفاقات سایر روزهای ماه نحس‌تر بوده‌اند. یک دانشمند با تجزیه و تحلیل این اطلاعات، نتیجه‌ی قابل قبولی می‌گیرد ؛ نتیجه‌ای که بر دلایل متکی است و به این ترتیب، صحّت یا عدم صحّت این فرضیه را که، روز سیزدهم هر ماه روز نحسی را ثابت می‌کند.

گروه شاهد و گروه اصلی

چنان‌که دیدید، گاهی برای اثبات یک فرضیه می‌توان از یک گروه شاهد کمک گرفت ؛ مثلاً، وقتی می‌گویید «اگر از ابزار صنایع آموزشی استفاده کنیم، افت تحصیلی کاهش می‌یابد» در حقیقت یک فرضیه ارائه داده‌اید. روش علمی برای تأیید یا عدم تأیید این فرضیه آن است که میزان موفقیت دو گروه از دانش‌آموزان را تحت تأثیر دو گونه «شرایط» با یک‌دیگر مقایسه کرده و نتیجه‌گیری کنید.

گروه اول، که آن را گروه اصلی می‌نامیم تحت شرایط کنترل‌شده‌ای قرار می‌دهیم یعنی از صنایع آموزشی برای آموزش آن‌ها استفاده می‌کنیم.

گروه دوم، که آن را گروه گواه یا گروه شاهد می‌نامیم با همان روش قبل یعنی بدون استفاده از صنایع آموزشی آموزش می‌بینند. حال از فرایند آموزش این دو گروه و حاصل آن اطلاعاتی جمع‌آوری و مقایسه می‌کنیم و به این ترتیب فرضیه خود را می‌آزماییم.

دانشمندان چگونه، دانشی را به‌وجود می‌آورند؟

دانشمندان معمولاً یافته‌های علمی خود را در معرض قضاوت سایر دانشمندان قرار می‌دهند تا نقاط ضعف و قوت آن‌ها آشکارشود. این نوع ارتباطات، که مبتنی بر کار گروهی هستند، بسیار ارزشمندند ؛ زیرا دانشمندان مختلف ممکن است از یک رشته اطلاعات، نتیجه‌گیری‌های متفاوتی داشته باشند. آگاهی این عده از نظریات یک‌دیگر باعث می‌شود که هر فرد در مورد ایده‌ی خود، پژوهش بیش‌تری انجام دهد تا از آن مطمئن شود.

نظریه

وقتی برای یک فرضیه، در مورد یک پدیده‌ی طبیعی، دلایل محکمی ارائه می‌شود، آن فرضیه را نظریه (یا تئوری) می‌گویند. معمولاً نظریه فراگیرتر و جامع‌تر از فرضیه است.

هدف از بیان مطالب حاضر، آشنایی بیش‌تر با فرایند «ارزش علمی» در فهم مسائل روزمره و حلّ آن‌هاست. بدیهی است تا زمانی که خود ما در مورد این روش به شناخت جامعی نرسیده‌ایم، نمی‌توانیم از دانش‌آموزان انتظار داشته باشیم که فقط با خواندن طوطی‌وار «حل روش علمی»، بتوانند آن را به کار برند. برای درک کامل این روش، باید درست مثل یک دانش‌آموز عمل کنیم ؛ یعنی، اول مشاهده‌گر دقیقی باشیم ؛ دوم، درباره‌ی مشاهدات خود پرسش طرح کنیم ؛ سوم، برای این پرسش‌ها حداقل یک پاسخ احتمالی پیدا کنیم (فرضیه) ؛ چهارم، برای آزمایش و اثبات فرضیه‌های خود مراحل را طراحی کنیم و مراحل آن‌ها را به اجرا درآوریم (آزمون فرضیه) و سرانجام، اطلاعات حاصل از آزمون فرضیه را تجزیه و تحلیل کنیم تا به نتیجه برسیم. اگر ما در روند زندگی روزمره نیز این مراحل را در نظر بگیریم ؛ می‌توانیم بسیاری از مسائل خود را حل کنیم. پزشکان برای تشخیص مداوای بیماری‌ها از این روش استفاده می‌کنند ؛ مثلاً براساس مشاهدات خود و اظهارات بیمار فرض می‌کنند که سردرد او به دلیل اضطراب است (فرضیه)، آن‌گاه به بیمار داروی ضداضطراب می‌دهند (آزمون فرضیه). بیمار درمان می‌شود یا نمی‌شود (جمع‌آوری اطلاعات و نتیجه‌گیری). گاهی ممکن است این نتیجه‌گیری‌ها چندان درست نباشد ؛ زیرا عوامل دیگری در آزمون فرضیه دخالت کرده‌اند که باید کنترل شوند. در این صورت، محدوده‌ی آزمون‌ها وسیع‌تر می‌گردد. (به دلیل عدم نیاز به موضوع، فعلاً وارد این مباحث نمی‌شویم).

در قسمت اوّل کتاب درسی، مراحل تفکر علمی را به زبان ساده و طیّ تجربه‌ای که برای سوسن و لاله اتفاق افتاده است، شرح داده‌ایم. هدف از طرح این تجربه، آشنا کردن دانش‌آموزان با فرآیند «روش علمی» است ولی شما در پرسش‌های ارزش‌یابی (مستمر یا پایانی) از اصطلاحاتی چون فرضیه، آزمون فرضیه، گروه شاهد و ... استفاده نکنید. این اصطلاحات را فقط زمانی به‌کار ببرید که می‌خواهید کاربرد مراحل «روش علمی» را به دانش‌آموزان یادآوری کنید. البته ذکر این نکته ضروری است که بچه‌ها برای حل‌کردن مسائل روزمره‌ی خود نیز می‌توانند از روش علمی استفاده کنند. به یک مثال توجه کنید.

معلم : «بچه‌ها، شما روزهای پنجشنبه مسائل ریاضی را خوب حل نمی‌کنید؟ به نظر شما این مسئله چه دلیلی دارد؟ (پرسش)

دانش‌آموزان : آخر شما که می‌دانید ما روزهای پنجشنبه خسته‌ایم و حوصله‌ی فکرکردن نداریم. (فرضیه)

معلم : خوب اگر فکر می‌کنید که لازم است ساعت ریاضی عوض شود، باید اول از درستی این کار مطمئن شویم. پس آن را امتحان می‌کنیم. شما به دو گروه تقسیم می‌شوید یک گروه (گروه اصلی) مسائل ریاضی را روز شنبه و گروه دیگر (گروه شاهد) آن‌ها را روز پنج‌شنبه حل کنند و ببینیم کدام گروه نتیجه‌ی بهتری می‌گیرد؟ (آزمون فرضیه)

اطلاعات جمع‌آوری می‌شود: گروه روز شنبه نمرات بهتری می‌گیرند، بیش‌تر سؤال می‌کنند و بهتر تمرین حل می‌کنند.

درنتیجه، فرضیه‌ی بچه‌ها تأیید می‌شود.

روش کار در مثال کتاب هم آمده است.

شربت آب‌لیمو درست کنید.

درجلسه‌ی قبل از شروع درس علوم و پس از این‌که دانش‌آموزان را گروه‌بندی کردید، از هر گروه بخواهید برای جلسه‌ی بعد دو استکان یک اندازه، دو استکان شکر و دو قاشق همراه خود به کلاس بیاورد.

در هر گروه، فردی را موظف کنید که مسئولیت آوردن این وسایل را بین افراد گروه تقسیم کند و مراقب باشد که گروه در جلسه‌ی آینده، با آمادگی در کلاس حاضر شود. شما هم از قبل یک پارچ آب سرد و یک کتری آب گرم آماده کنید و در جایی قرار دهید که توجه بچه‌ها را جلب نکند.

در جلسه‌ی بعد، در ابتدای کار دانش‌آموزان را با این پرسش مواجه کنید : «به نظر شما در یک استکان آب چند قاشق شکر حل می‌شود؟» می‌توانید این پرسش را از قبل روی تخته بنویسید. به اعضای هر گروه اجازه دهید که با یک دیگر مشورت کنند، در مورد حدسی که می‌زنند، به توافق برسند و آن‌گاه، نظر نهایی خود را اعلام کنند. شما هم نظر هر گروه را روی تخته یادداشت کنید. حال از گروه‌ها بخواهید که آزمایش کنند. در ابتدا شما استکان هر گروه را تا $\frac{۲}{۳}$ از آب سرد پر کنید و از دانش‌آموزان بخواهید که دقیقاً مشخص کنند چند قاشق شکر در این استکان آب حل می‌شود. شما هم ضمن نظارت بر کار گروه‌ها به موارد زیر توجه کنید.

آیا آن‌ها هنگام حل‌کردن شکر در آب توجه دارند که باید شکر را مرحله به مرحله اضافه کنند و فقط پس از حل‌شدن شکر

در هر مرحله، دوباره به آب شکر اضافه کنند؟ آیا به نظر یک‌دیگر توجه می‌کنند؟ آیا همه‌ی افراد در فعالیت شرکت دارند؟

پس از آن‌که هر گروه بیش‌ترین میزان شکر را که در عمل در آب حل کرده است، اعلام کرد، شما حاصل آزمایش هر گروه را در کنار عددی که حدس زده است، بنویسید ؛ مثلاً :

گروه	حدس می‌زنم	مشاهده کردم
۱	۳ قاشق	۲/۵ قاشق
۲	...	...

از افراد گروهی که میزان شکر حدس زده شده‌ی آن‌ها بالاترین حد بوده است بپرسید : آیا می‌توانید کاری کنید که مقدار بیش‌تری شکر در یک استکان آب حل شود؟ به همه‌ی افراد گروه‌ها فرصت اظهار نظر بدهید. احتمالاً افراد گروه‌ها با توجه به تجربیات متفاوتی که دارند، راه‌حل‌های مختلفی ارائه می‌دهند. با توجه به امکانات کلاس، پیشنهاد گروهی را که به استفاده از آب گرم برای حل‌شدن بیش‌تر شکر اشاره می‌کند، بپذیرید.

شما بر مسئله‌ی گرم‌بودن آب تأکید کنید و از آن‌ها بخواهید که آزمایش را تکرار کنند و این بار به هر گروه یک استکان آب گرم بدهید و دوباره روال قبل را تکرار کنید ؛ یعنی، ابتدا هر گروه با توجه به مشاهدات قبلی حدس زند که چه میزان شکر در آب گرم حل می‌شود. شما هم حدسیات هر گروه را روی تخته یادداشت کنید و بخواهید که دوباره آزمایش کنند. پس از اتمام آزمایش، از افراد گروه‌ها بخواهید که مشاهدات خود را بیان کنند و شما جدول را به‌صورت زیر تکمیل کنید.

	آب سرد		آب گرم	
گروه	حدس می‌زنم	مشاهده کردم	حدس می‌زنم	مشاهده کردم
۱	۳	۲/۵	۳	۳/۵

از دانش‌آموزان هر گروه بخواهید نتیجه‌ی این آزمایش را در یک یا دو جمله‌ی کامل بیان کنند. نظر یک یا دو گروه را بشنوید و روی تخته بنویسید. آن‌گاه از دیگران بخواهید که در مورد آن نظر بدهند.

اکنون از دانش‌آموزان بخواهید که در گروه‌ها کتاب را باز کنند و متن صفحات «الف» تا «پ» را که در مورد آزمایش مریم و زهرا است، بخوانند و با کار خود مقایسه کنند. آن‌گاه هر مرحله از فعالیت خود را براساس آزمایش مریم و زهرا به دقت مشخص و نام‌گذاری کنند ؛ مثلاً مرحله‌ی «مشاهده‌کردن»، مرحله‌ی «پرسیدن» و ... و در پایان گزارش فعالیت خود یک پرسش جدید طرح کنند.

از دانش‌آموزان یک گروه بخواهید مراحل فعالیت خود را براساس فهرستی که تدوین کرده‌اند، بخوانند و یک گروه دیگر در مورد صحت و چگونگی نام‌گذاری مراحل فعالیت گروه اول نظر دهند. در پایان کار، دانش‌آموزان را با پرسش جدیدی روبه‌رو کنید ؛ مثلاً : آیا میزان نمکی که در یک استکان آب حل می‌شود، با همان میزان شکری که در آن استکان حل شد، مساوی است؟ آیا در آب گرم هم نمک بهتر حل می‌شود؟ آیا تأثیر آب گرم بر حل شدن نمک و شکر به یک اندازه است؟

از دانش‌آموزان بخواهید این فعالیت را در خانه انجام دهند و مراحل آن را با فعالیت قبل مقایسه کرده، نام‌گذاری کنند. آن‌ها می‌توانند در جلسه‌ی بعد، حاصل کار خود را در مرکز علوم کلاس نصب نمایند. دانش‌آموزان را تشویق کنید تا در پایان گزارش خود پرسش جدیدی را طرح کنند.

در جلسه‌ی بعد در ابتدای کار حتماً زمانی را به شنیدن گزارش کار یک یا دو گروه اختصاص دهید و از همه‌ی گروه‌ها بخواهید پرسشی را که طرح کرده‌اند، بخوانند.

می‌توانید یکی از پرسش‌ها را به‌عنوان پرسش هفته تعیین کنید تا اگر گروهی مایل است با انجام‌دادن فعالیت، در صدد پاسخ‌گویی به آن برآید.

آموزش علوم تجربی از پایه‌ی اول ابتدایی بر آن بوده است که مهارت‌های یادگیری را در دانش‌آموزان پرورش دهد. به گونه‌ای که آنان بتوانند با به‌کارگیری این مهارت‌ها علوم تجربی را فراگیرند و به‌عبارتی، از طریق درگیرشدن در فعالیت‌های مختلف و استفاده از مهارت‌های یادگیری، خود مفاهیم علمی مورد نظر برنامه‌ی آموزش علوم را بسازند. به این ترتیب، دانش‌آموزان بارها عناوینی چون «مشاهده کنید»، «اطلاعات جمع‌آوری کنید»، «تفسیر کنید» و ... را در کتاب دیده‌اند و به دنبال آن، فعالیت‌هایی را انجام داده‌اند.

در این دو صفحه ما این اصطلاحات را مجدداً مرور کرده‌ایم. هدف این نیست که شما این اصطلاحات را برای دانش‌آموزان معنا کنید یا به آنان آموزش دهید. کافی است به دانش‌آموزان یادآوری کنید که در طول سال و هنگامی که علوم یاد می‌گیرند یا فعالیتی را انجام می‌دهند، می‌توانند از این دو صفحه به‌عنوان مرجع استفاده کنند تا منظور از آن‌چه را باید انجام دهند، به‌درستی دریابند. شما هم طی ساعات تدریس علوم به تناسب از دانش‌آموزان بخواهید که به این مرجع مراجعه کنند تا هدف از انجام‌دادن فعالیتی را که طرح شده است دریابند ؛ مثلاً اگر نمی‌دانند «طبقه‌بندی‌کردن» چیست، بدون آن‌که برای آن‌ها توضیحی دهید، بخواهید به این متن مراجعه کنند و پس از آن‌که مطمئن شدید هدف فعالیت را دریافته‌اند یا اشکالاتشان رفع شده است، فعالیت را شروع کنند. به دانش‌آموزان هم یادآوری کنید که حفظ‌کردن متن این صفحه به هیچ وجه لازم نیست.