

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

کتاب معلّم

(راهنمای تدریس)

# علوم تجربی

سال سوم

دوره راهنمایی تحصیلی

## وزارت آموزش و پرورش سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

برنامه‌ریزی محتوا و نظارت بر تألیف : دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی

نام کتاب : کتاب معلم علوم تجربی سوم راهنمایی - ۹۰

مؤلفان : محمود امانی‌تهرانی، احمد حسینی، نعمت‌الله ارشدی، بتول فرنوش و علی‌رضا اسبقی

آماده‌سازی و نظارت بر چاپ و توزیع : اداره کل چاپ و توزیع کتاب‌های درسی

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

تلفن: ۹-۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کدپستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹

وبسایت: [www.chap.sch.ir](http://www.chap.sch.ir)

صفحه‌آرا : فائزه محسن‌شیرازی

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

تلفن: ۵-۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۱۳۴۴۵/۶۸۴

چاپخانه : شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»

سال انتشار و نوبت چاپ : چاپ دوم ۱۳۹۰

حق چاپ محفوظ است.

شابک ۶-۱۳۲۹-۰۵-۹۶۴ ISBN 964-05-1329-6

## فهرست

الف

مقدمه

### بخش اول — ماده و تغییرات آن

|    |                                   |
|----|-----------------------------------|
| ۲  | فصل ۱: درون اتم                   |
| ۱۴ | فصل ۲: اتم‌ها و ترکیب‌های شیمیایی |

### بخش دوم — زمین زیستگاه ما

|    |                          |
|----|--------------------------|
| ۲۶ | فصل ۳: سرگذشت زمین       |
| ۳۸ | فصل ۴: زمین ساخت ورقه‌ای |
| ۴۵ | فصل ۵: فراتر از زمین     |

### بخش سوم — انرژی، زندگی

|    |                          |
|----|--------------------------|
| ۵۳ | فصل ۶: کار، انرژی و توان |
| ۷۷ | فصل ۷: فشار              |
| ۸۶ | فصل ۸: بار الکتریکی      |
| ۹۴ | فصل ۹: جریان الکتریکی    |

### بخش چهارم — دنیای زنده

|     |                          |
|-----|--------------------------|
| ۱۰۶ | فصل ۱۰: انسان و حرکت     |
| ۱۲۶ | فصل ۱۱: هماهنگی و ارتباط |
| ۱۳۹ | فصل ۱۲: نوجوانی و بلوغ   |
| ۱۴۸ | فصل ۱۳: تولیدمثل         |
| ۱۶۹ | فصل ۱۴: آدمی و محیط زیست |



## فلسفه‌ی آموزش علوم تجربی

معرفت آنان را نسبت به خالق جهان افزایش دهد و از سوی دیگر، آن‌ها را با دانش و بینش مورد نیاز زندگی حال و آینده آشنا سازد. پس هدف نهایی، رسیدن به «سواد علمی - فناورانه» است که در ادامه، آن را تا حد امکان معرفی خواهیم کرد.

بنابراین، هماهنگی با تحولات دنیای در حال تغییر و دگرگونی، یکی از نگرانی‌های انسان روزگار ماست. اندیشمندان، سیاستمداران، برنامه‌ریزان آموزشی، معلمان، پدران و مادران در سراسر دنیا تلاش می‌کنند تا شیوه‌هایی بیابند که بتوان با استفاده از آن‌ها، کودکان امروز را برای زیستن در دنیای غیر قابل پیش‌بینی فردا آماده کرد. در چنین وضعیتی، کارشناسان تربیتی بر این باورند که تحمیل کوله‌بار سنگینی از دانش و اطلاعات به کودکان، به تنهایی کارگشای مسائل زندگی آینده‌ی آنان نیست. امروزه، مهم‌ترین وظیفه و نقش آموزش در مدرسه‌ها آموزش شیوه‌های یادگیری و پرورش مهارت‌هایی است که فرد را قادر می‌سازند، خود راه‌های حل مسائل و کشف مجهولات را بیابد. این، «آموختن برای زیستن» است.

بر همین اساس، کارشناسان گروه علوم تجربی «دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتب درسی» در صدد برآمدند که با مطالعه‌ی برنامه‌ی آموزش علوم سایر کشورها و تشخیص نیازها و شرایط کشورمان، برای آموزش علوم دوره‌ی ابتدایی و راهنمایی تحصیلی طرح جدیدی را پی‌ریزی کنند. این طرح در واقع طرحی ملی است که در یک زمینه‌ی جهانی مناسب شکل گرفته است. در تمام کشورهای در حال توسعه، آموزش علوم یکی از مهم‌ترین سنگ‌های زیربنایی توسعه‌ی پایدار به حساب می‌آید و به آن توجه خاصی می‌شود.

ما معتقدیم اگر کیفیت آموزش علوم در جامعه‌ی ما وضعیت مطلوبی داشته باشد، دانش‌آموزان امروز ما که پیکره‌ی اصلی جامعه‌ی فردا را تشکیل می‌دهند، از چرخه‌ی آموزش، پیشرفت، هماهنگی و همگامی با توسعه‌ی علمی و صنعتی دور نمی‌مانند و توانایی آن را پیدا می‌کنند که پایه‌ی توسعه‌ی جهانی علم و صنعت، معلومات خود را توسعه دهند و به‌روز کنند و در نهایت، شهروندانی سازگار با «جامعه‌ی در حال تغییر» باشند. طرح جدید آموزش علوم گامی - و تنها یک گام - در جهت بهبود بخشیدن به وضعیت نابه‌سامان آموزش علوم در کشور ماست اما همان‌طور که همه می‌دانیم، کیفیت آموزش علوم در یک کشور، به عوامل فراوانی بستگی دارد که متأسفانه بسیاری از آن عوامل از حیظه‌ی کار و وظیفه‌ی برنامه‌ریزان بیرون است.

یکی از ویژگی‌های بارز انسان «کنجکاوی» است که از دوران کودکی تا پایان عمر، او را به «دانستن» و کشف حقایق و پرده‌برداری از مجهولات سوق می‌دهد. این نیروی درونی، تکاپوی انسان را برای کسب «علم» و گریز از «جهل» افزون می‌کند.

آنچه امروز از دانش بشری، در شاخه‌های مختلف و رشته‌های گوناگون، در دسترس ماست، حاصل تلاش انسان‌های گذشته و همین نیروی درونی خدادادی آن‌هاست. بی‌تردید نسل‌های کنجکاو آینده بسیاری از مطالبی را که اکنون برای ما مجهول است، کشف خواهند کرد. بخشی از دانش امروز بشر که حاصل مطالعه و جست‌وجوی او در جهت شناخت جهان مادی و نظام‌ها و قوانین آن است، «علوم تجربی» نام دارد.

بشر برای کشف و شناخت اسرار این جهان مادی، عمدتاً از ابزارهای حسی خود استفاده می‌کند. به همین دلیل، نقش «تجربه» در این حوزه بسیار اساسی و تکیه بر آن بسیار ضروری است. بر این اساس، انسان برای توسعه و تقویت حوزه‌ی عمل خود، به ساخت دستگاه‌های گوناگون و دقیق دست زده است.

ساخت و تولید ابزارهای گوناگون، توانایی انسان را برای کشف رازهای جهان و طبیعت بالا می‌برد و زندگی او را متحول می‌سازد.

استفاده از دستاوردهای علمی و فناوری، در بعضی جهات، رفاه‌نسی به همراه می‌آورد و به انسان کمک می‌کند تا کارهایی را که در گذشته با رنج و سختی و صرف وقت زیاد انجام می‌داده است، بسیار راحت‌تر و سریع‌تر انجام دهد.

دانش‌آموزی که به مدرسه وارد می‌شود، دارای نیروی خدادادی کنجکاوی است؛ نیرویی که هر لحظه او را به سوی دانشی تازه و پاسخی برای پرسش‌های بی‌شمار می‌کشاند. از سوی دیگر، او باید برای زندگی در دنیای فردا - که دنیای علم و فناوری است - آماده شود. به این ترتیب، نظام آموزشی باید به گونه‌ای برنامه‌ریزی شود که هم قوه‌ی جست‌وجوی او را در دانش‌آموزان شکوفا کند و دانستن و کشف مجهولات را برای آن‌ها لذت‌بخش و نشاط‌آور سازد و هم آن‌چه را برای زندگی در دنیای امروز و فردا به آن نیازمندند، به آن‌ها بیاموزد.

درس علوم تجربی که یکی از درس‌های اصلی دوره‌های ابتدایی و راهنمایی تحصیلی است، به نوبه‌ی خود باید بتواند به هر دو هدف یادشده دست یابد. در این درس، محتوا و روش باید به گونه‌ای طراحی شود که از یک سو به نیازهای فطری دانش‌آموزان در زمینه‌ی شناخت محیط پاسخ گوید، به آنان در پی‌بردن به شگفتی‌های جهان خلقت کمک کند و

## هدف‌های کلی در طرح جدید آموزش علوم تجربی

### ۲- مهارت‌های ضروری

آنچه در این قسمت تحت عنوان مهارت‌ها آمده است، در واقع به توانایی‌هایی اشاره دارد که در زمینه‌ی علم‌آموزی می‌توانند مفید واقع شوند؛ به عبارت دیگر، پرورش مهارت‌ها در دانش‌آموزان، به منزله‌ی آموختن «راه یادگیری» به آنان است.

آنچه هم‌اکنون مورد قبول متخصصان آموزش علوم در همه‌ی کشورهاست، لزوم پرورش چند نوع مهارت یا توانایی در دانش‌آموزان است. به اعتقاد متخصصان، ایجاد و پرورش این مهارت‌ها، دانش‌آموزان را در پی‌موردن مراحل روش علمی تواناتر می‌سازد و به آن‌ها امکان می‌دهد تا یادگیری‌های جدید را از طریق به‌کارگیری این مهارت‌ها به راحتی انجام دهند. برای آگاهی بیشتر در باره‌ی مهارت‌ها، به بخش سوم کتاب رجوع کنید.

### ۳- نگرش‌های ضروری

ارزش‌ها در آموزش و پرورش اهمیت بسیار زیادی دارند. در واقع، آموزش را باید وسیله‌ای برای نیل به ارزش‌ها دانست. اگر ما بتوانیم تمامی سواد علمی مورد نیاز هر فرد را در اختیار او بگذاریم اما شخصیت و نگرش‌هایش را در مسیر درست قرار ندهیم، هیچ مشکلی از مشکلات جهان امروز حل نخواهد شد؛ بنابراین، باید در کنار دانش پایه و مهارت‌ها، به هدف‌های نگرشی نیز توجه کامل داشته باشیم. البته بیش‌تر هدف‌های نگرشی جنبه‌ی عمومی دارند و خاص درس علوم تجربی نیستند.

بسیاری از هدف‌های نگرشی در زمره‌ی هدف‌های مشترک آموزش علوم در همه‌ی کشورها قرار می‌گیرند. شاید بتوان گفت که شعار «جهانی فکر کنید و منطقه‌ای عمل کنید»، حتی در عرصه‌ی تدوین هدف‌های آموزشی نیز معنا یافته است. به هر حال، هدف‌هایی هم‌چون توجه به قانونمندی و نظم موجود در پدیده‌های طبیعت و بی‌بردن به وجود خالق آن‌ها، قدردانی از مواهب طبیعی به‌عنوان نعمت‌های الهی، تمایل به همکاری گروهی، صبر و حوصله، مسئولیت‌پذیری، درستکاری و راست‌گویی، تصمیم‌گیری مسئولانه، احترام گذاشتن به عقاید دیگران، اعتماد به نفس، انعطاف‌پذیری در اندیشیدن، دوری از تعصب نابجا، تمایل به یادگیری، کنجکاوی، علاقه‌مندی به کار و تلاش، حساسیت نسبت به حفظ بهداشت جسم و حفظ محیط زیست، میل به صرفه‌جویی در مصرف ماده و انرژی و دارا بودن تفکر نقاد و خلاق، هدف‌های مهم نگرشی‌اند.

به‌طور کلی هدف آموزش علوم در دوره‌ی آموزش عمومی آن است که دانش‌آموزان را برای یادگیری مادام‌العمر آماده کند؛ به عبارت دیگر، هدف کلی آموزش علوم ایجاد مهارت و توانایی کسب سواد علمی-فناورانه در دانش‌آموزان است. بر این اساس، هدف‌های آموزش علوم را می‌توان در سه حیطه‌ی اصلی و اساسی، به شرح زیر در نظر گرفت:

### ۱- دانستنی‌های ضروری

یادگیری درباره‌ی هر مفهوم و موضوع جدید دانش بشری، مستلزم داشتن اطلاعاتی درباره‌ی اصول و قوانین چهار زمینه‌ی اصلی علوم تجربی است.

علوم فیزیکی که شامل فیزیک و شیمی است، بیش‌تر به بحث درباره‌ی ماده، انرژی، تغییرات مواد و برهم‌کنش‌های ماده و انرژی می‌پردازد.

علوم زیستی، محیط زنده را مورد بحث قرار می‌دهد.

علوم زمین، محیط غیرزنده را بررسی می‌کند.

علم بهداشت، به بدن آدمی و بهداشت آن می‌پردازد.

دانش‌آموزان باید در دوره‌ی آموزش عمومی مجموعه‌ای کافی

از اصول و قوانین فیزیک، شیمی، زیست‌شناسی، زمین‌شناسی و بهداشت خود را بیاموزند تا بتوانند بر پایه‌ی این اصول و قوانین دانستنی‌های مورد نیاز خود را فرا گیرند. برای مثال اگر دانش‌آموزی با مفاهیم اساسی «الکتروسیسته و مغناطیس» آشنا نباشد، هرگز نمی‌تواند اصول کار یک دستگاه برقی را دریابد و از آن به‌صورت صحیح استفاده کند؛ بنابراین، می‌توان گفت آنچه که در تدوین کتاب‌ها مورد نظر بوده، از این قرار است.

۱- باید تا حد امکان موضوعات انتزاعی را کاهش داد و مطالب را

متناسب با سن دانش‌آموزان تنظیم کرد.

۲- الزاماً نباید به ساختار دانش مقید بوده و در صورت ضرورت

و مفید بودن، می‌توان تقدم و تأخر مطالب را برهم زد.

۳- مطالب باید تا حد امکان به‌صورت تلفیقی بیان شود.

۴- عکس‌ها و تصویرها تا حد امکان ایرانی باشند.

۵- در پایان هر فصل، زمینه‌های شغلی مربوط به مطالب آن

فصل آورده شود.

کسب دانش پایه، شرط لازم، اما نه کافی، برای یادگیری‌های

بعدی است.

# انتظارات طرح جدید آموزش علوم از دانش آموزان، در پایان دوره‌ی سه‌ساله‌ی راهنمایی

- ۶- با آمار و ارقام و نمودارها و چگونگی تفسیر آن‌ها آشنا باشد.
- ۷- از طریق به‌کارگیری مهارت‌های یادگیری (مشاهده، اندازه‌گیری و ...)، پاره‌ای از مفاهیم علمی را کشف کند یا در فرایند تولید و شکل‌دهی این مفاهیم مشارکت فعال داشته باشد.
- ۸- ضمن به‌کارگیری مهارت‌های تفکر منطقی، علمی و نقاد، به‌ویژه با لزوم و چگونگی کنترل متغیرها، هنگام انجام دادن آزمایش‌های علمی و نتیجه‌گیری‌های مربوط به آن‌ها آشنا باشد.

## هدف‌های نگرشی

- ۱- در مورد پدیده‌هایی که در محیط اطراف او وجود دارد و علت بروز آن‌ها، از خود کنجکاوی نشان دهد و با جست‌وجو و تفکر، زمینه‌های کسب اطلاعات علمی را فراهم آورد.
- ۲- از مشاهده‌ی نظام‌مندی موجود در پدیده‌های طبیعت، به‌وجود ناظم آن بی‌برد.
- ۳- سعی کند برای آن‌چه خوانده است، کاربردهای علمی بیابد.
- ۴- به مطالعه‌ی نشریه‌های علمی و استفاده از رسانه‌های گوناگون در زمینه‌های علمی علاقه نشان دهد.
- ۵- به مسائلی از قبیل صرفه‌جویی، استفاده‌ی بهینه از ماده و انرژی و هدرن‌دادن وقت و منابع مالی توجه داشته باشد.
- ۶- به ضرورت تلاش برای کسب علم و فناوری به‌منظور فراهم‌آوردن زمینه‌های زندگی بهتر برای خود و جامعه‌ای که در آن زندگی می‌کند، اعتقاد داشته باشد.
- ۷- به انجام دادن بعضی فعالیت‌های ذوقی، هنری و مهارتی، مانند ساخت ابزار و وسایل موردنیاز برای زندگی یا آزمایش‌های علمی و پرورش گل و سبزی (در باغچه یا گلدان) و ... علاقه نشان دهد.
- ۸- به بهداشت فردی و عمومی و مسائل زیست‌محیطی توجه داشته باشد و در حفظ محیط‌زیست بکوشد.

در این جا لازم است پاره‌ای از ویژگی‌ها و توانایی‌هایی را که به‌طور عمده باید در دوره‌ی راهنمایی تحصیلی و از طریق درس علوم تجربی در دانش‌آموزان به‌وجود آید، مطرح کنیم تا هنگام تدوین برنامه‌ی درسی علوم تجربی دوره‌ی راهنمایی تحصیلی و همچنین تدریس علوم در کلاس‌های درس توسط معلمان، مورد تأکید بیش‌تر قرار گیرند.

بدیهی است این ویژگی‌ها و هدف‌ها نیز در سه‌حیطه‌ی کلی هدف‌های دانشی، مهارتی و نگرشی طبقه‌بندی می‌شوند. پس انتظار می‌رود هر دانش‌آموز در دوره‌ی راهنمایی تحصیلی، از طریق یادگیری درس علوم تجربی به این هدف‌ها دست یابد. در زیر به بررسی هریک از آن‌ها می‌پردازیم.\*

## هدف‌های دانشی

- ۱- قوانین اصلی و ضروری علوم در زمینه‌های چهارگانه‌ی علوم تجربی (فیزیک، شیمی، زمین‌شناسی و زیست‌شناسی) را بداند.
- ۲- با بعضی از کاربردهای مهم علم در زندگی آشنا شود.
- ۳- چشم‌اندازی از آینده و گذشته‌ی علم داشته باشد.
- ۴- از مفاهیم اصلی علوم هم‌چون ماده، انرژی، موجودات زنده، زمین و پدیده‌های طبیعی و ... درک صحیحی داشته باشد.

## هدف‌های مهارتی (مهارت‌های ذهنی)

- ۱- با دقت در محیط اطراف خود، بتواند مسئله‌هایی را که حد آن‌ها نیازمند به‌کارگیری علم است، تشخیص دهد و شناسایی کند.
- ۲- هنگام مواجه شدن با یک مسئله، فکر کند و راه‌حل ارائه دهد.
- ۳- موضوعی را از نظر علمی تجزیه و تحلیل کند.
- ۴- به کمک شواهد علمی، نتایج بعضی پدیده‌ها را پیش‌بینی کند.
- ۵- مقصود خود را به‌خوبی بیان کند.

\* البته می‌توان یک هدف اجتماعی را نیز به سه هدف فوق افزود که منظور از آن، آماده‌سازی دانش‌آموزان برای زیستن در اجتماع است. اما چون در بحث مهارت‌ها و نگرش‌ها به چنین مواردی اشاره شده، لزومی برای جدا کردن آن وجود ندارد.

## ارزش‌یابی

ارزش‌یابی مستمر در فرایند آموزش نقش مهمی ایفا می‌کند. در هر مرحله، معلم باید آموزش را از جایی شروع کند که دانش‌آموز از نظر مهارت، نگرش و دانش در آنجا قرار دارد. اگر معلم این نکته‌ی مهم در آموزش را قبول داشته باشد، باید فرصت‌هایی ایجاد کند که از طریق آن، بتواند وضعیت فعلی دانش‌آموز را از نظر مهارت، نگرش و دانش به درستی شناسایی کند.

یکی از هدف‌های اصلی ارزش‌یابی مستمر این است که معلم دریابد، نقاط ضعف و قوت دانش‌آموز چیست و به چه کمکی احتیاج دارد؟ البته ارزش‌یابی مستمر، نباید به هیچ‌وجه، به‌رتبه‌بندی و دسته‌بندی دانش‌آموزان بینجامد. ارزش‌یابی مستمر، ارزش‌یابی عملکرد دانش‌آموز طی فعالیت‌های گوناگون داخل کلاس (آزمایش‌ها، پرسش‌ها، پاسخ‌ها و گفتگوهای حین تدریس) و نیز فعالیت‌های خارج از کلاس است.

تهیه فهرست ارزش‌یابی براساس فعالیت‌های دانش‌آموزان در طرح درس معلم، کاری متفاوت با روالی است که تاکنون انجام داده‌اند. بنابراین لازم است معلم از لزوم تدوین آن در بهره‌دهی آموزشی خود آگاه شود. بدیهی است که اگر معلم به‌لزم تدوین فهرست‌ها و استفاده از آن‌ها عقیده پیدا کند، خود بهترین فردی است که می‌داند: اولاً چگونه آن‌ها را تنظیم کند و ثانیاً از چه روش‌هایی برای بالابردن بهره‌دهی فهرست‌ها استفاده کند؟

تهیه فهرست ارزش‌یابی به معلم کمک می‌کند تا به‌خوبی دریابد: — کدام یک از دانش‌آموزان در گروه‌ها، در طراحی تحقیق و در انجام مراحل آن موفقند؟ — کدام یک در میان نتایج و برقراری ارتباط مهارت لازم را کسب کرده‌اند؟ — چند نفر در استفاده از ابزار، علاقه‌مند و دقیق‌اند؟ — نقاط قوت و ضعف هر یک از دانش‌آموزان چیست؟ و هر کدام به چه کمکی احتیاج دارند؟

و به‌علاوه اطلاعات حاصل از فهرست‌های ارزش‌یابی در برنامه‌ریزی برای ایجاد فرصت‌های مناسب جهت رفع ضعف‌ها و توانا کردن دانش‌آموزان به معلم کمک می‌کند و به طراحی مراحل بعدی آموزش جهت می‌دهد. ضمناً اگر اطلاعات مستند حاصل از این نوع ارزش‌یابی به والدین منتقل شود، آنان در ارائه کمک به فرزندان خود در فرایند آموزش با معلم همسو خواهند بود.

ممکن است به دلایلی لازم شود که در پایان هر دوره‌ی درسی، گزارشی یک صفحه‌ای از وضعیت تحصیلی هر یک از دانش‌آموزان تهیه

ارزش‌یابی از پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان را متخصصان این امر، فرایند جمع‌آوری اطلاعات از آموخته‌های آنان و قضاوت درمورد حدود آن آموخته‌ها تعریف می‌کنند. به‌عبارت دیگر، معلم در فرایند ارزش‌یابی، اطلاعاتی جمع‌آوری می‌کند تا با تفسیر آن‌ها تعیین کند که دانش‌آموز چه دانشی فراگرفته و چه توانایی‌هایی کسب کرده است. برعکس تصویر بسیاری از معلمان، این فرایند بسیار پیچیده است. در فرایند ارزش‌یابی هر درس، اطلاعاتی که جمع‌آوری می‌شود و ابزار جمع‌آوری آن، باید در جهت هدف‌های آموزش آن درس باشد. اصل نهان در فرایند ارزش‌یابی این است که معلم باید آنچه را که به دانش‌آموز یاد داده است، ارزش‌یابی کند. بنابراین ارزش‌یابی معتبر است که با هدف‌های برنامه‌ی آموزشی همخوانی داشته باشد.

ارزش‌یابی یک فرایند است و نه فرآورده و می‌دانیم هر فرایندی زمان‌بر است ولی امتحان‌های مرسوم و سنتی چنین نیستند. چون در روش سنتی ارزش‌یابی، معمولاً درمورد آنچه دانش‌آموز از باب محتوا فراگرفته، موفق است، ولی آموزش مهارت‌ها مورد ارزیابی قرار نمی‌گیرد.

امروزه در بسیاری کشورها، ارزش‌یابی‌های مرسوم و سنتی کتبی منسوخ شده و جای خود را به ارزش‌یابی‌های بسیار معتبر دیگری داده است که از آن میان می‌توان به ارزش‌یابی براساس مشاهده عملکرد دانش‌آموز، گفتگو با او و تنظیم پرونده‌ای برای جمع‌آوری اطلاعات درمورد دانش‌آموز و قضاوت‌های فردی او اشاره کرد. براین اساس، ارزش‌یابی در یک زمان خاص یا در پایان یک دوره، تعیین‌کننده‌ی وضعیت دانش‌آموز نیست، بلکه فرایند ارزش‌یابی با فرایند آموزش پیوسته و درهم‌تنیده تلقی می‌شود. این رویکرد جدید، به معلم فرصت کافی می‌دهد تا در حد امکان درمورد پیشرفت تحصیلی هر دانش‌آموز اطلاعاتی جمع‌آوری کند و به این دلیل، ارزش‌یابی یک فرایند مستمر می‌شود و ارزش‌یابی مستمر همراه با ارزش‌یابی تدریجی، جایگاه با ارزش خود را پیدا می‌کند.

از آن‌جا که آموخته‌ها در سه حیطه‌ی دانشی، مهارت و نگرش است و لزوماً معلم در ارزش‌یابی باید آنچه را دانش‌آموز در این سه حیطه فراگرفته، ارزش‌یابی کند، درعمل، فرایند جمع‌آوری این اطلاعات از طریق ارزش‌یابی‌های مستمر و ارزش‌یابی پایانی امکان‌پذیر است.



شود و در اختیار والدین قرار گیرد. به این ترتیب، والدین در جریان نکات مثبت و توانایی‌های فرزندشان قرار می‌گیرند و بعلاوه از نقاط ضعف فرزند خود آگاه می‌شوند و درمی‌یابند که چگونه به فرزندشان کمک کنند تا مؤثر واقع شود.

تهیه این گزارش صفحه‌ای یا فهرست‌ها، در همسو کردن تلاش والدین دانش‌آموز و آموزگار، کمک بسیاری به دانش‌آموز می‌کند. با داشتن چنین فهرست‌هایی، ارزش‌یابی گزارش مستندی است و به آموزگار امکان می‌دهد، قضاوت عادلانه و صحیح داشته باشد. آرامش خاطر حاصل از این نوع آموزش و به ارزش‌یابی به زحمت تنظیم چنین فهرست‌هایی می‌ارزد.

### توضیحات

۱- ارزش‌یابی مستمر: ارزش‌یابی از فعالیت‌های یادگیری هر دانش‌آموز به‌طور انفرادی یا گروهی در طول سال ارزش‌یابی مستمر نام دارد. این ارزش‌یابی براساس مشاهدات معلم و تعامل بین معلم و دانش‌آموز در هنگام انجام هر فعالیت یا براساس پرسش‌های کتبی و شفاهی در طی نوبت یا نوبت صورت می‌پذیرد. لازم است معلم برای ایجاد سهولت در ثبت مشاهدات، فهرستی از حدود انتظارات خود در هنگام انجام هر فعالیت توسط دانش‌آموزان را تنظیم کند و ارزش‌یابی هر دانش‌آموز را براساس آن انجام دهد. در تهیه‌ی این فهرست باید به هدف‌های دانشی،

مهارتی و نگرشی هر فعالیت یادگیری توجه شود.

ارزش‌یابی از فعالیت‌های خارج از کلاس نیز براساس حاصل کار هر دانش‌آموز و با توجه به ملاک‌هایی که معلم تنظیم می‌کند، انجام می‌شود.

۲- ارزش‌یابی پایانی: در طراحی ارزش‌یابی پایانی که به‌طور معمول، در پایان نوبت یا نوبت به‌صورت کتبی صورت می‌پذیرد لازم است مطالب زیر مورد توجه قرار گیرد:

الف - در طراحی پرسش‌ها نباید تنها به پرسش‌های حافظه‌مدار اکتفا گردد و لازم است تعدادی پرسش نو، تفکر برانگیز، مهارت‌سنج و خلاقیت برانگیز در هر آزمون گنجانده شود. به‌عبارت دیگر در طراحی پرسش‌های کتبی، لازم است به دانش و مهارت به‌طور توأم توجه شود. یعنی مهارت‌هایی را که سنجش آن‌ها به‌طور کتبی نیز انجام‌پذیر است (تفسیر یافته‌ها، فرضیه‌سازی، پیش‌بینی، طراحی تحقیق...) می‌توان همراه پرسش‌های مربوط به دانستنی‌ها مورد توجه قرار داد.

ب- توصیه می‌شود که در پایان نوبت یا نوبت، یک آزمون عملکردی طرح و اجرا شود (فعالیت‌هایی که انجام آن‌ها نیاز به استفاده از ابزار و انجام فعالیت‌های عملی دارد. بدیهی است فعالیت مربوط به آزمون عملکردی باید برای دانش‌آموزان جدید باشد) در این صورت معلمان مجازند ۵ نمره از ۲۰ نمره ارزش‌یابی پایانی را به آزمون عملکردی اختصاص دهند.

جدول بارم‌بندی ارزش‌یابی پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان دوره‌ی راهنمایی در درس علوم تجربی

| شماره | نوع ارزش‌یابی    | موضوع ارزش‌یابی   | بارم    |
|-------|------------------|---|---------|
| ۱     | ارزش‌یابی مستمر  | ارزش‌یابی از فعالیت‌های دانش‌آموز در مدرسه<br>(مهارت‌ها، دانستنی‌ها، نگرش‌ها) | ۱۵ نمره |
|       |                  | ارزش‌یابی از فعالیت‌های دانش‌آموز در خارج از مدرسه                            | ۵ نمره  |
| ۲     | ارزش‌یابی پایانی | ارزش‌یابی کتبی  | ۱۵ نمره |
|       |                  | ارزش‌یابی عملی (عملکردی)  | ۵ نمره  |

## چند نکته

انجام دادن فعالیت، به مفهوم مورد نظر درس برسند.

۷- فعالیت‌های «جمع‌آوری اطلاعات»، را متناسب با موضوع آن‌ها، به دو صورت می‌توان انجام داد؛ گروهی و فردی. در مواردی که دانش‌آموزان باید به مؤسسات یا محل‌های ویژه‌ای مراجعه کنند ولی تعداد این مؤسسات در محل سکونت آن‌ها یکی یا دو تا بیش‌تر نیست - چون همه‌ی گزارش‌ها باید یکسان باشند - فقط یک گروه را مأمور انجام دادن این کار کنید و گزارش جامع را از افراد آن گروه بخواهید. در صورتی که می‌بینید کار جنبه‌ی تکراری پیدا نمی‌کند و لازم است هر دانش‌آموز شخصاً اطلاعات خاصی را گردآوری کند، از همه‌ی دانش‌آموزان بخواهید که فعالیت را انجام دهند.

۸- موارد بحث کردنی، موضوعاتی هستند که معمولاً در نگاه اول، توافق عمومی در مورد آن‌ها وجود ندارد و عقاید افراد ممکن است متفاوت باشد. هدف از انجام دادن چنین بحث‌هایی در کلاس درس، پرورش قوه‌ی استدلال، فکر کردن قبل از بیان عقیده، احترام گذاشتن به نظر دیگران و عدم تحمیل عقیده در کنار مرتبط بودن گفته‌ها و رعایت اختصار در بیان است. موارد بحث کردنی را می‌توانید در گروه‌های کوچک یا به صورت عمومی در کلاس درس انجام دهید.

لطفاً به این فعالیت‌های بسیار مهم (موارد بحث کردنی) توجه داشته باشید. معمولاً دانش‌آموزان ما هر قدر هم مستعد و باهوش باشند، در بیان عقاید و افکار خود مهارت ندارند و اگر هم برای این کار فرصتی به آنان داده شده - در درس انشا - به صورت کتبی بوده است، نه شفاهی. در بیان شفاهی، فرصتی برای تنظیم گفته‌ها و تفکر قبلی درباره‌ی آن‌ها وجود ندارد.

۹- در بسیاری از درس‌ها، رعایت کردن دقیق روال کتاب ضرورتی ندارد و در صورتی که تشخیص می‌دهید باید بعضی از مفاهیم را بر سایر مفاهیم مقدم کنید (درحالی که در کتاب چنین چیزی رعایت نشده است)، حتماً این کار را بکنید. نکته‌ی مهم این است که شما به هدف‌های آموزشی درس برسید.

۱۰- شما مجاز هستید در نحوه‌ی ارائه‌ی فعالیت‌ها، پرسش‌های مربوط و نتیجه‌گیری از آن‌ها هم دست ببرید و چیزهایی را کم یا زیاد کنید.

۱- برای هر فصل، یک هدف کلی و چند هدف جزئی نوشته شده است. لطفاً با توجه به هدف‌ها، پس از پایان هر فصل، با انجام دادن ارزش‌یابی کتبی یا شفاهی، تعیین کنید که به هدف‌های مورد نظر رسیده‌اید یا نه. هدف‌های جزئی شامل تمام مفاهیم موجود در درس نیستند. در صورت لزوم، می‌توانید آن‌ها را کامل کنید.

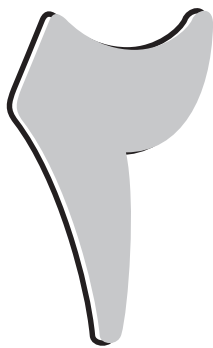
۲- در ابتدای هر درس، دانش‌آموزان را وادارید که به مدت چند دقیقه، درس را مرور کنند. منظور از مرور، این نیست که یک‌بار همه‌ی مطالب را بخوانند، بلکه باید به عنوان‌ها، شکل‌ها، نمودارها، نوشته‌های مشخص‌تر متن، زیرنویس شکل‌ها و جدول‌ها توجه کنند تا محدوده‌ی درس را دریابند. آن‌ها با انجام دادن این کار، آمادگی بیش‌تری برای بحث و گفت‌وگو خواهند داشت.

۳- کشیدن شکل‌های مختلف روی تابلوی کلاس و واداشتن دانش‌آموزان به تقلید از آن‌ها ضرورتی ندارد؛ مگر آن‌که لازم باشد مفهومی را به کمک شکل توضیح بدهید و شکل در ارائه‌ی آن مفهوم به شما کمک کند. از بسیاری از شکل‌ها و نمودارها می‌توانید با استناد به صفحات کتاب و ارجاع دادن دانش‌آموزان به مشاهده و تفسیر آن‌ها استفاده کنید.

۴- انجام دادن همه‌ی فعالیت‌های پیشنهاد شده در هر فصل، ضرورتی ندارد؛ مگر آن‌که بخواهید از طریق آن‌ها دانستن مفهومی را به دانش‌آموزان منتقل کنید. فعالیت‌ها به مهارت‌های یادگیری مربوط می‌شوند و دو دسته‌اند. دسته‌ای از آن‌ها فقط برای کسب تجربه‌ی بیش‌تر در یک مهارت مانند تفسیر کردن، مشاهده کردن و جمع‌آوری اطلاعات طراحی شده‌اند. دسته‌ای هم در واقع، قسمتی از درس محسوب می‌شوند و دانش‌آموز با انجام دادن آن‌ها به مفهوم مورد نظر می‌رسد. فعالیت‌های دسته‌ی دوم را حتماً انجام بدهید.

۵- «دانستن‌های بیش‌تر» مطالبی مربوط به موضوع فصل‌ها هستند و برای غنی‌تر کردن مطالب هر فصل و تنوع بخشیدن به آن طراحی شده‌اند. تدریس و ارزش‌یابی آن‌ها ضرورتی ندارد؛ مگر آن‌که بنا به دلایلی، تدریس آن‌ها را ضروری تشخیص دهید.

۶- توجه داشته باشید که در انجام فعالیت‌ها، نباید ابتدا مفاهیم را تدریس کنید و به نتیجه برسید و سپس فعالیت‌ها را برای تأیید گفته‌های خود و کتاب انجام بدهید بلکه برعکس، باید دانش‌آموزان را وادارید که با



## مقدمه

**مشاهده** — جمع‌آوری کردن اطلاعات درباره‌ی محیط اطراف با استفاده از حواس مختلف را مشاهده می‌گوییم. مشاهده، همیشه باید دقیق باشد.

**طبقه‌بندی** — وقتی چیزهایی را که شبیه هم هستند در یک گروه قرار می‌دهیم، کار ما را طبقه‌بندی می‌گویند. برای طبقه‌بندی، باید مشاهده‌کننده‌ی خوبی باشیم. در ضمن، برای طبقه‌بندی همیشه بیش‌تر از یک راه وجود دارد.

**اندازه‌گیری** — بعضی از چیزها مانند زمان، طول، وزن، دما و غیره، احتیاج به اندازه‌گیری دارند. در اندازه‌گیری، باید از واحدهای مناسب استفاده کنید.

**برقراری ارتباط** — هنگامی که یافته‌های کار خود را به صورت شفاهی یا کتبی برای دیگران توضیح می‌دهید، در واقع، با آنان ارتباط برقرار می‌کنید. تأثیر برقراری ارتباط شما زمانی بیش‌تر است که اطلاعات و مشاهداتان را تا حد امکان روشن، واضح و مختصر بیان کنید.

**تفسیر کردن** — وقتی تفسیر می‌کنید، نظر خود را در مورد یک موضوع یا پدیده بیان می‌کنید. مثلاً «این گیاه در حال خشک شدن است، فکر می‌کنم خاک آن باید عوض شود.»

**پیش‌بینی کردن** — بعضی از حوادث یا اتفاقات را می‌توان از قبل پیش‌بینی کرد، اما برای آن که پیش‌بینی درست باشد، باز هم باید مشاهدات قبلی شما دقیق باشد. مثلاً پیش‌بینی می‌کنید «اگر در کتری را ببندیم، آب زودتر به جوش می‌آید.»

**جمع‌آوری اطلاعات** — وقتی چیزهایی را که نمی‌دانید از داخل کتاب‌ها و مجلات جست‌وجو می‌کنید، از افراد مطلع می‌پرسید، یا آن که درباره‌ی آن‌ها آزمایش‌هایی را انجام می‌دهید، کار شما را جمع‌آوری اطلاعات می‌نامند.

**فرضیه‌سازی** — فرضیه‌سازی یعنی پیشنهاد راه‌حل‌های معقولانه و قابل آزمایش درباره‌ی یک مسئله یا اتفاق. فرضیه‌های شما باید براساس آزمایش و مشاهده عنوان شوند. مثلاً: «هر چه تعداد پنجره‌ها بیش‌تر باشد هوای خانه خنک‌تر است.»

**آزمایش کردن** — آزمایش، برای اطمینان از درستی یا نادرستی فرضیه انجام می‌گیرد. در انجام آزمایش، معمولاً همه‌ی مهارت‌های قبلی به کار می‌آیند.

**هدف کلی:** آشنا کردن دانش‌آموزان با راه درست انجام دادن فعالیت‌ها و مراحل که آنان را به نتیجه‌ی مطلوب می‌رساند.

**هدف‌های جزئی:** در پایان این درس، دانش‌آموزان باید بتوانند:

- مراحل یک تحقیق علمی را نام ببرند.

- مفهوم متغیر را بیان کنند و بین دو نوع متغیر مستقل و وابسته تفاوت بگذارند.

- برای یک پرسش واقعی، انواع متغیرها را مشخص کنند.

- پیش‌بینی و فرضیه‌های خود را درباره‌ی یک پرسش بیان کنند.

- معنای طراحی آزمایش را بیان کنند و برای آن مثال بیاورند.

- ارزش ثبت نتایج حاصل از آزمایش را بیان کنند.

- نمونه‌ای از نتایج به دست‌آمده را تفسیر کنند.

- نتایج حاصل از آزمایش را ارزش‌یابی کنند.

## چند نکته

فراهم آوردن موقعیت‌هایی که دانش‌آموزان طی آن‌ها بتوانند مهارت‌های خود را در یک آزمایش کامل با هم تلفیق کنند، بسیار اهمیت دارد، اما لازم است این مهارت‌ها به آنان آموخته شود.

از آن‌جا که در حین انجام دادن فعالیت، فرصت کافی برای چنین کاری وجود ندارد، لازم است از قبل، نکات موردنظر را به دانش‌آموزان یادآوری کنید. البته، ممکن است بعضی از فعالیت‌ها در خارج از محیط کلاس و مدرسه انجام شوند که در این صورت، شما در محل فعالیت دانش‌آموزان حضور ندارید اما به هر حال، آنان باید معنای مراحل و کارهایی را که انجام می‌دهند، به خوبی بدانند.

## ۱- مهارت‌ها

در درس‌های مختلف کتاب‌های علوم در همه‌ی دوره‌های تحصیلی، نام مهارت‌های مختلف بارها تکرار می‌شود. دانش‌آموزان در این موارد باید:

- معنای ساده و دقیق هر مهارت را بدانند.

- محل کاربرد هر مهارت را بشناسند.

بدیهی است که مهارت‌ها برای رسیدن به مفاهیم، گسترش دانستنی‌ها و افزایش توان دانش‌آموزان در به کار بردن آن‌ها، به ویژه در موقعیت‌های واقعی به کار می‌آیند.

## ۲- نقش معلم

برای آن که با نقش خود در کلاس درس و به ویژه در هنگام انجام دادن فعالیت‌ها بیش‌تر آشنا شوید، روش‌های متفاوت دو معلم را در زیر مقایسه می‌کنیم. یکی از این دو، نقش آمرانه و دیگری نقش جست‌وجوگرانه را دنبال می‌کند.

فعالیت مورد نظر، اندازه‌گیری چگالی یخ است اما اساس بحث و به ویژه، روش معلم را می‌توان به هر فعالیت دیگر در هر کلاس تعمیم داد.

● در شروع درس، معلم نکاتی را که ضروری می‌داند، به دانش‌آموزان تذکر می‌دهد:

«الکل گران است؛ پس آن را بیهوده مصرف نکنید. راه درست استفاده از الکل این است که ۲۵ میلی‌لیتر از آن را در یک بشر بریزید و یک قطعه‌ی کوچک یخ در آن بیندازید. چنان‌که خواهید دید، یخ در الکل غوطه‌ور می‌شود. در ادامه، مقداری آب را به آرامی روی الکل بریزید و به هم بزنید تا قطعه یخ به حالت شناور درآید. در این هنگام، قطعه یخ را از مایع درآورید و وزن محلول و حجم آن را اندازه بگیرید. مقادیر حاصل، اطلاعات لازم برای محاسبه‌ی چگالی قطعه یخ را به شما خواهند داد.»

اکنون وسایل لازم را بردارید و شروع کنید. مواظب باشید که روی میزها شلوغ نباشد. شما دانش‌آموزان دوره‌ی ابتدایی نیستید.»

بقیه‌ی ساعت آزمایشگاه را هم معلم گاه و بیگاه با سخنانی از این قبیل پر می‌کند:

«فکر می‌کنم به شما گفتم که آب را روی الکل بریزید. مگر گوش نمی‌دهید؟»  
«گفتم قطعه یخ را بعد از شناور شدن از داخل محلول درآورید.»

آیا می‌دانید چرا؟ (دانش‌آموزان سر خود را تکان می‌دهند)  
- دمای اتاق چه قدر است؟»

اغلب بچه‌ها نمی‌دانند اما بعضی می‌گویند ۲۲ درجه است.

- درست است. ۲۲ درجه. دمای قطعه یخ چه قدر است؟

این بار، همگی صفر درجه را اعلام می‌کنند.

- بسیار خوب. پس نمی‌گذارید یخ در داخل محلول ذوب شود؛ زیرا در این صورت، از دقت جوابی که به دست می‌آورد، کاسته خواهد شد. عجله کنید. دلم می‌خواهد قبل از به صدا در آمدن زنگ، روی میزها را مرتب کنید. در محاسبات خود دقت داشته باشید و دقیقاً مطابق با آنچه گفتم، عمل کنید؛ زیرا در غیر این صورت، هرگز به جواب درست نمی‌رسید. جواب درست ۹۷/۰ گرم بر میلی‌لیتر است.

کلاسی که توصیف شد، نمی‌تواند برای دانش‌آموزان ارضا کننده باشد؛ زیرا اولاً، توضیحات معلم در ابتدای کلاس، به هیچ‌وجه ضروری نیست و به کار دانش‌آموزان نمی‌آید. در واقع، فقط همه چیز باید مطابق میل معلم پیش برود. این صحنه، به بازی شطرنجی می‌ماند که در آن به جای یکی از دو شطرنج باز، کسی که در کنار او نشسته است، همه‌ی

حرکت‌ها را پیش‌بینی و اجرا می‌کند!

ثانیاً، دانش‌آموزان در چنین کلاسی به مهره‌های بی‌جان شطرنج می‌مانند که برای انجام دادن کوچک‌ترین حرکت آزادی عمل ندارند. البته، آنان هم مانند مهره‌های شطرنج، شکل‌های گوناگونی دارند، اما حرکاتشان باید بر اساس قوانینی خارج از محدوده‌ی عمل کنترل و هدایت شود.

آیا چنین مقایسه‌ای نامعقول به نظر می‌آید؟ متأسفانه چنین نیست. این گونه صحنه‌ها به کرات در کلاس‌های درس تکرار می‌شوند و اغلب معلمان تصور می‌کنند که وجود نظم و ترتیب در عمل، ملاک قضاوت درباره‌ی کیفیت «علم» است. بر اساس این دیدگاه، علم در صورتی خوب است که دانش‌آموزان مطیع بودن خود را نیز در همه حال نشان دهند. اگر به کل شرایط موجود در چنین کلاس‌هایی توجه کنید، خواهید دید که هدف اصلی، تهیه‌ی گزارش در پایان کلاس است و با دادن این گزارش، وظیفه‌ی شاگرد و معلم پایان یافته تلقی می‌شود؛ بنابراین، گزارش باید از هر نظر درست و دقیق باشد.

جالب آن‌که وقتی به معلم - حتی آن معلم خیالی که کلاس را به شکل بالا اداره می‌کرد - گفته می‌شود که دانش‌آموزان شما در حین انجام دادن فعالیت فرصتی برای فکر کردن ندارند، زبان به اعتراض می‌گشاید. در واقع، روشن است که معلم به تفکرات دانش‌آموزان جهت می‌دهد؛ یعنی، آنان سلیقه‌ی معلم را می‌شناسند و مطابق با آن پاسخ می‌دهند. به عبارت دیگر در کلاس مورد نظر، مفاهیم جانبی که دانش‌آموزان می‌توانند به آن‌ها برسند، حاصل فرایند تحقیق واقعی و ایده‌ی بنیادی درست بودن ادراک ذهنی نیست.

در واقع، توضیحات دقیق معلم درباره‌ی جزئیات کارها، روح تحقیق را از فعالیت فیزیکی دور می‌کند و آن را به کاری نمایشی مبدل می‌سازد. تنها تفاوت این کار با روش‌های سنتی این است که دانش‌آموزان طعمه را قبل از ماهی‌گیری به قلاب می‌آویزد!

وقتی معلم همه‌ی مراحل کار را بازگو می‌کند و ابراز می‌دارد که «قطعه یخ را در الکل بیندازید، خواهید دید که در آن غوطه‌ور می‌شود. به آرامی آب اضافه کنید و محلول را به هم بزنید تا قطعه یخ شناور شود»، فعالیت را از قلمرو علم دور می‌سازد. لازم است به دانش‌آموزان اجازه داده شود خود دریابند که مثلاً، باید این نوع «به هم زدن آرام را تا لحظه‌ی شناور شدن قطعه یخ» در کنترل داشته باشند. در غیر این صورت، اگر دانش‌آموزان بخواهند بدانند چرا باید آب را با الکل مخلوط کنند، معلم پاسخ می‌دهد که چگالی آب و الکل متفاوت است و بنابراین، مخلوط کردن آن‌ها ضرورت دارد. به راستی، چرا به دانش‌آموزان فرصت نمی‌دهیم که خود به این مفهوم برسند؟

دلیل راهنمایی بعدی - «قطعه یخ را درآورید و سپس وزن و

حجم محلول را اندازه بگیرد» - را معلم چنین توضیح می دهد: «... نباید بگذارید یخ در محلول ذوب شود؛ زیرا از دقت جوابی که به دست می آید، کاسته خواهد شد.»

از آن جا که تعادل، یک مفهوم علمی برای مخاطبان در این دوره ی تحصیلی است، چرا اجازه ندهیم که آنان خود آن را کشف کنند؟ در طول کلاس، معلم چندین بار به دانش آموزان تأکید می کند که باید به پاسخ درست برسند و حتی عدد  $97^{\circ}$  گرم بر میلی لیتر را نیز به عنوان پاسخ درست به آنان می گوید. بدون تردید بیش تر دانش آموزان محاسبات خود را آن قدر تعدیل می کنند و تغییر می دهند تا سرانجام به عدد یاد شده برسند.

علاوه بر این، دانش آموزان حساب هایی را که در قطعات یخ وجود دارند و در واقع، آن ها را به عدد  $91^{\circ}$  می رسانند، همانند متغیرهای دیگری که بر مقدار نتیجه ی حاصل تأثیرگذار خواهند بود، نادیده می گیرند. حتی دقت در اندازه گیری جرم و حجم محلول نیز - در صورتی که نتیجه ی حاصل با جواب درست همخوانی نداشته باشد - بی اهمیت تلقی می شود.

به طور خلاصه و بنا بر آن چه گفته شد، علمی که در این فعالیت وجود دارد، قربانی پیروی از نسخه و دستورالعمل می شود و کسی هم نمی فهمد که در نوشتن دستورالعمل، علم بیش تری به کار رفته است تا در دنبال کردن آن. به معلمی که نگرش او تبعیت محض از مقررات اداری و آموزشی است، چیز زیادی نمی توان گفت. بنای چنین نگرشی هم دو نوع عقیده ی مردود است. بنا بر عقیده ی اول، علم همانند کوهی از اطلاعات تصور می شود که مبتدیان را هنگام عبور کردن از راه های ناهموار و پر پیچ و خم آن باید راهنمایی کرد. بر اساس عقیده ی دوم، کاوشگری در علم نوعی الگوی متدولوژیکی (روش مند) و انعطاف ناپذیر رفتاری است و بنا بر این، عملکرد و تبعیت از «مسیر معین»، ملاکی برای ارزش یابی در زیر چتر این مفاهیم است. این عقاید، تصاویری را از علم و کاوشگری در ذهن ترسیم می کنند که برنامه های علمی جدید سعی در زدودن آن ها دارند. بر اساس استانداردهای آموزشی جدید، علم را باید به روش کاوشگری آموخت و دانستنی ها از همین راه حاصل می آیند. هر دانستنی هرگز به خودش منتهی نمی شود بلکه کاوشی دیگر را به دنبال می آورد.

در این میان، به راستی یک معلم چگونه می تواند فعالیت های قبلی را به روش مؤثرتر و کارا تر انجام دهد؟

#### ● روی این میز چی می بینیم؟

- دو بشر پر از آب (دانش آموزان دو بشر را روی میز معلم مشاهده می کنند).

- اگر چند قطعه یخ توی این دو بشر بندازم، چه اتفاقی می افتد؟

- شناور می مونه.

معلم سپس دو قطعه یخ را درون مایعات موجود در دو بشر می اندازد. یخ در یک بشر در سطح مایع شناور می ماند و در مایع بشر دوم، غوطه ور می شود. در این هنگام، نوعی هیجان در کلاس پدید می آید و دانش آموزان شروع به زمزمه می کنند که علت این پدیده های متضاد چیست.

معلم: خوب، علت چیه؟

دانش آموز ۱: آب داخل اون یکی بشر، یه چیزی داره!

دانش آموز ۲: یکی از این دو قطعه یخ سنگین تره!

دانش آموز ۳: اون که پایین رفت، یخ نبود!

نوع پاسخ همه ی دانش آموزان مستقیماً به ماهیت آن چه مشاهده می کنند، مربوط می شود. در ضمن، همگی مشتاق اند که از نزدیک به بشرها دست بزنند. این واکنش دانش آموزان معمولاً در مواجهه با هر نوع کار نمایشی مصداق دارد.

- حالا شما چه طور میتونین درستی گفته ها تون رو امتحان کنین؟

معلم این پرسش را زمانی مطرح می کند که مطمئن می شود دانش آموزان پاسخ های احتمالی دیگری را هم به ذهن آورده اند.

یکی از دانش آموزان می گوید: «جای یخ ها رو عوض کنین» و پیشنهاد او مورد تأیید دیگر دانش آموزان قرار می گیرد.

معلم همین کار را می کند اما در نتیجه تغییری حاصل نمی آید؛ یعنی، باز هم یکی از دو قطعه یخ در مایع غوطه ور می شود و دومی در روی آن شناور می ماند. یکی از دانش آموزان این فرضیه را می دهد: «دو قطعه یخ مثل همدیگن اما جنس دو مایع یکی نیست».

دانش آموز اولی هم می گوید: «من که اینو از اول گفته بودم».

دیگران نیز تأیید می کنند که مشکل، به قطعات یخ مربوط نیست.

- شما قبلاً طرز محاسبه ی چگالی مواد مختلف رو یاد گرفتین.

آیا میتونین درباره ی چگالی این ها هم اظهار نظر کنین؟

بعد از اندکی بحث و تبادل نظر، دانش آموزان بر اساس چگالی یخ، چگالی مایعات مختلفی را تعیین می کنند و به این نتیجه می رسند: زمانی یخ روی مایع شناور می ماند که آن مایع از یخ سنگین تر باشد. معلم، نتیجه گیری دانش آموزان را روی تخته ی کلاس می نویسد.

- خیلی خوب، این ها جواب های شما هستن. حالا، با داشتن

چگالی آب و الکل، باید چگالی یخ رو اندازه گیری کنین. برای این کار هم به ترازو، بشر و دو جور مایع احتیاج دارین. شروع کنین.

از این لحظه به بعد، وظیفه ی معلم هدایت فعالیت است و دانش آموزان باید با روش حل مسئله، پاسخ پرسش های خود را بیابند. چندین گروه، راه متفاوتی را برای انجام دادن کارهای خود در پیش می گیرند

و این نکته را با معلم در میان می‌گذارند.

معلم به آنان می‌گوید که باید روش خود را به مرحله‌ی عمل برسانند و نتیجه‌ی کار را ارزش‌یابی کنند. او هم چنین می‌گوید که برای رسیدن به پاسخ یک مسئله، هیچ وقت فقط یک راه وجود ندارد.

در طول این فعالیت که به روش‌های مختلف صورت می‌گیرد، متغیرهایی «کشف» می‌شوند که ممکن است بر نتیجه‌ی کار دانش‌آموزان تأثیرگذار باشند. ذوب‌شدن یخ در محلول آب و الکل - که معلم قبلی هم آن را تذکر داده بود - از جمله‌ی همین متغیرهاست. آنان هم چنین متوجه تغییر حجم یخ در هنگام اندازه‌گیری جرم آن در روی ترازو می‌شوند.

تفاوت اساسی این دو روش، چیست؟ در هر دو، دانش‌آموزان کاری را انجام می‌دهند و موادی را به کار می‌برند. در عین حال، از نظر شاهده‌ی که از بیرون به صحنه نگاه می‌کند، هر دو گروه با کار آزمایشگاهی چیز می‌آموزند. اما اکنون بار دیگر به تفاوت این دو دیدگاه توجه می‌کنیم.

در کلاس قبلی، دانش‌آموزان مطابق نظر معلم عمل می‌کنند و در کلاس دوم، خواسته‌های خود را ملاک کار قرار می‌دهند. در اولی، علم مطابق دستورالعمل اجرا می‌شود و در دومی، روش کاوشگری و حل مسئله در میان است. در کلاس اول، آن‌چه برای دانش‌آموزان اطمینان بخش تلقی می‌شود، کسب ایمنی خاطر ناشی از تبعیت محض از دستورات معلم است اما در کلاس دوم، دانش‌آموزان در فرایند کاوشگری در می‌یابند که خود هم می‌توانند ابداع‌کننده‌ی روش باشند.

### ۳- پرسش خوب

می‌گویند که «یک پرسش خوب، از یکصد راهنمایی و نصیحت با ارزش‌تر است». در مجموع، پرسش‌های شما باید:

- موقعیت‌هایی را فراهم آورند که طی آن‌ها دانش‌آموزان بتوانند به سؤالات خود هم پاسخ دهند.
- مشوق همفکری در ایده‌ها باشند.
- بازتاب‌های انتقادی را برانگیزند.
- بر جزئیات متمرکز شوند.
- باعث درک و فهم مسئله شوند.
- به تحلیل مسائل کمک کنند.
- به روشن شدن ایده‌ها کمک کنند.
- باعث دقت در کار شوند.
- انگیزه‌ی به کارگیری روش‌های مناسب‌تر کار را تقویت کنند.
- طالب اعتبار اطلاعات باشند.
- به طراحی کارها کمک کنند.
- باعث مقایسه کردن شوند.

بدیهی است طرح پرسشهایی که انگیزه‌ی اقدام به فعالیت را تقویت می‌کنند، آسان نیست. پس باید در این مورد به دانش‌آموزان کمک کنید. موارد زیر، در طراحی پرسش‌های خوب به دانش‌آموزان کمک می‌کنند.

- فهرستی از پرسش‌هایی با مضمون: «چیزهایی که می‌خواهم بدانم» تهیه کنید.

- از هر دانش‌آموز بخواهید که ۲۰ پرسش طرح کند. به مثال زیر توجه کنید.

بهترین راه پاسخ‌دادن به پرسش‌های زیر درباره‌ی حلزون‌ها کدام است؟

- حلزون‌ها چگونه غذا می‌خورند؟

- آیا دندان دارند؟

- چگونه از خود مراقبت می‌کنند؟

- اندازه‌ی بزرگترین حلزون چه قدر است؟

- حلزون‌ها برگ چه نوع گیاهی را بیش‌تر دوست دارند؟

الف - فکر کردن درباره‌ی آن‌ها

ب - مشاهده کردن (با همه‌ی حواس)

پ - جمع‌آوری اطلاعات از کتاب، تلویزیون و ...

ت - انجام دادن آزمایش.

### ۴- پیش‌بینی و فرضیه‌سازی

پیش‌بینی باعث می‌شود که دانش‌آموزان:

- قبلاً درباره‌ی موضوع کار خود فکر کنند.

- بر متغیرهای کلیدی متمرکز شوند و روابط میان آن‌ها را بیابند.

- موارد اندازه‌گرفتنی را مشخص کنند.

- دانستنی‌هایی را که براساس آن‌ها اقدام به پیش‌بینی کرده‌اند، توضیح دهند.

لازم است بعد از پیش‌بینی کردن، دلایل نوع پیش‌بینی را از دانش‌آموزان پرسید. در نتیجه‌ی این کار، پیش‌بینی‌ها به فرضیه تبدیل می‌شوند و افراد می‌توانند به آزمون چنین فرضیه‌هایی بپردازند.

قبل از پیش‌بینی کردن، از دانش‌آموزان بخواهید در گروه‌های کوچک، ۳ یا ۴ نفری، دانسته‌ی علمی خود را درباره‌ی موضوع فعالیت بنویسند و پس از تبادل نظر با گروه‌های دیگر، موارد مشترک را تعیین کنند. سرانجام، گفته‌های مکرر گروه‌ها را جمع‌بندی کنید و عنوانی مانند «آن‌چه درباره‌ی انحلال می‌دانیم»، برای آن‌ها بنویسید. اگر چنین فهرستی در دست باشد، دانش‌آموزان برای پیش‌بینی کردن از آن استفاده می‌کنند.

## ۵- اندازه‌گیری

وقتی چیزی را تغییر می‌دهیم، باید چیز دیگری را اندازه بگیریم (یا مشاهده کنیم) تا درایم که چه اتفاقی افتاده و نتیجه‌ی تغییر چه بوده است. تا زمانی که اندازه‌گیری انجام نگرفته است، نمی‌توانیم الگوهایی را در نتایج حاصل جست‌وجو کنیم.

دانش‌آموزان معمولاً در مورد ابعاد، جرم، حجم، زمان، دما و نیرو، کار اندازه‌گیری را انجام می‌دهند. البته، آنان در مورد طول با اطمینان بیش‌تری عمل می‌کنند اما در مورد کمیت‌های دیگر، به راهنمایی نیاز دارند. در عین حال، روش درست اندازه‌گیری و خواندن مقیاس‌ها را نیز باید یاد بگیرند.

اندازه‌گیری فقط با هدف اندازه‌گیری، کاری بی‌معناست و این مهارت باید ضمن پرورش مهارت‌های دیگر تمرین شود.

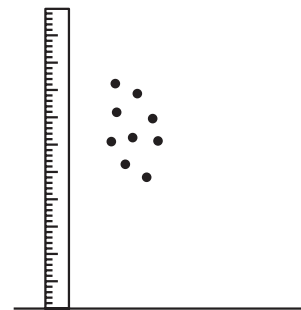
تکرار در اندازه‌گیری را به دانش‌آموزان یادآوری کنید و از ایشان بخواهید که در هر حال، میانگینی را محاسبه کنند.

انتخاب وسیله‌ی مناسب اندازه‌گیری بسیار اهمیت دارد و دانش‌آموزان باید یاد بگیرند همواره درست‌ترین وسیله را از میان انواع مختلف انتخاب کنند تا به نتیجه‌ی دقیق‌تری برسند.

طرح پرسش‌های مناسب، به افزایش دقت در اندازه‌گیری، تعیین متغیرها و تفسیر درست کمک می‌کند. به مثال زیر توجه کنید.

مقدار بالا جهیدن تویی را که چندین بار از ارتفاع معینی رها می‌شود تعیین کنید.

● به نظر شما این توپ دفعه‌ی بعد تا چه ارتفاعی بالا خواهد رفت؟ دلیل بیاورید. تا چه حد به درست بودن حدس خود اطمینان دارید؟



- چرا مقدار بالا جهیدن توپ همواره یکسان نیست؟
  - اگر کار اندازه‌گیری را فقط یک بار انجام دهید چه اشکالی پیش می‌آید؟
  - تعیین میانگین چه ارزشی دارد؟
- ۶- رسم جدول و نمودار

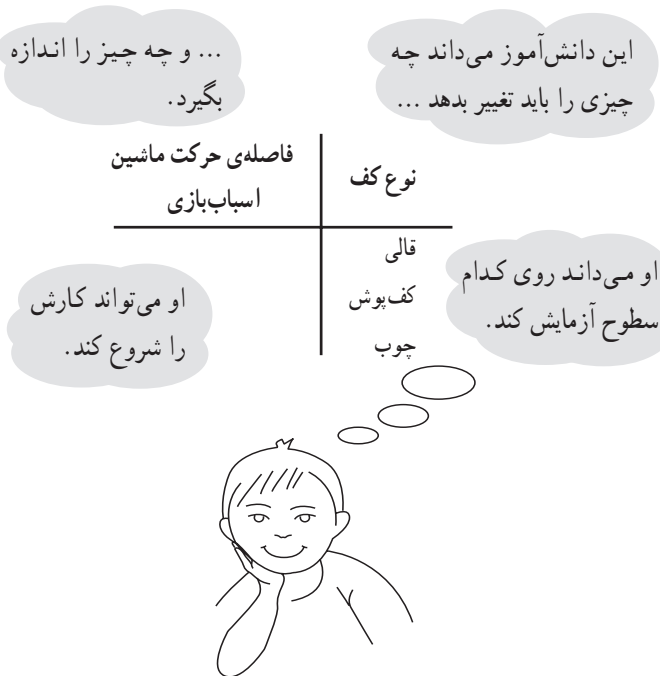
شما باید مطمئن شوید که دانش‌آموزان اطلاعات به دست آمده را با دقت یادداشت می‌کنند. آنان با انجام دادن این کار به الگوهایی دست

می‌یابند و نتایج به دست آمده برایشان معنا پیدا می‌کند. طراحی و استفاده از جدول، به دلایل زیر مفید است.

– جدول‌ها بدون نیاز به نوشتن مطالب زیاد، اطلاعات فراوانی را در اختیار شما قرار می‌دهند.

– با کنترل کردن جدول‌ها قبل از این که دانش‌آموزان آن‌ها را بپرکنند، می‌توانید از نوع کاری که آنان می‌خواهند انجام دهند، آگاه شوید.

مثال:



### تمرین

کار و آرونه از جدول به آزمایش، خود می‌تواند باعث افزایش مهارت دانش‌آموزان در تهیه‌ی جدول یافته‌ها و اطلاعات شود. شما می‌توانید این تمرین را در کلاس اجرا کنید.

### تفسیر یافته‌ها

شاید بتوان گفت علمی‌ترین فعالیت هر درس، تفسیر نتایج آن است؛ زیرا در هنگام انجام دادن این فعالیت است که شما می‌فهمید آیا دانش‌آموزان هدف فعالیت را درک کرده‌اند و به آن چه مورد نظر شما بوده است، رسیده‌اند یا نه. اگر دانش‌آموزان در تفسیر نتایج توانا شوند، خود به مفهوم مورد نظر شما یا کتاب بی‌می‌برند و دیگر لازم نیست وقت کلاس را برای ارائه‌ی توضیحاتی صرف کنید که دانش‌آموزان به آن‌ها رسیده‌اند.

در تفسیر نتایج، همواره علت را از دانش‌آموزان جویا شوید و بفهمید که چگونه به نتیجه رسیده‌اند. اگر هم تفسیر دانش‌آموزان نادرست باشد، با جویا شدن علت، به آنان توجه می‌دهید که در کدام قسمت فرایند، راه را اشتباه رفته‌اند.