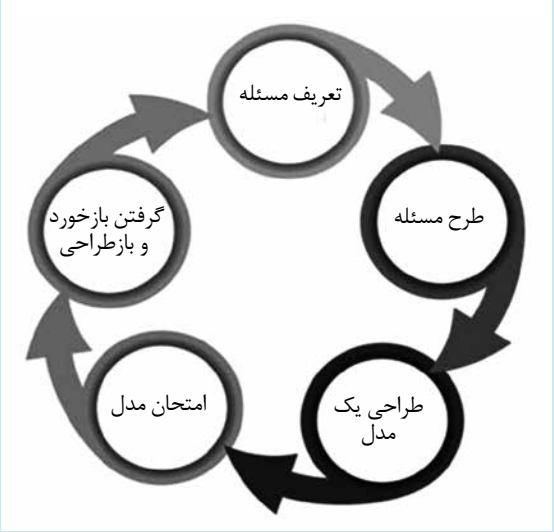
آموزش فعالیت‌های آزمایشگاهی به‌شیوه حل مسئله

افسانه تقوافر
کارشناس ارشد شیمی و سرگروه آزمایشگاه علوم تجربی پژوهش‌سرای رازی ناحیه ۱، شهر ری

چکیده
با توجه به نقش زیربنایی فعالیت‌های آزمایشگاهی در آموزش علـــوم تجربی و اهمیت یادگیری فعال به کمک این فعالیت‌ها در آموزش نوین، کارشناســان آمــوزشی برآنند تا بــا به کاربردن ســبک‌های مختلف آموزش فعالیت‌های آزمایشـــگاهی، در جهت آموزش بهتر گام بردارند. انجــام فعالیـــت‌های آزمایشگاهی مناسب نه‌تنها سبب عمیق‌تر شـــدن درک و آگاهی فراگیران می‌شــود بلکــه در برنامه درسی از مهم‌تــرین روش‌هــا جهــت دستیابی به هدف‌های مهارتی و نگرشی به شمار می‌رود و توانایی حل مســـئله را در فراگیران افزایش مــی‌دهــد. با اینکه نقش محوری آزمایشگاه در آموزش شیمی بدیهی و پذیرفته شـــده است بنا به بررسی‌ها، فعالیت‌های آزمایشـــگاهی در مدارس به‌عنوان عامل اصلی درک آموزش علوم تجربی، کارایی مورد انتظار را نداشته است. ارائه دستور کارهای مرحله به مرحله برای بیشتر آزمایش‌های شیمی دبیرستان، جمع‌بندی داده‌ها و بررسی یافته‌ها، اغلب باعث از دست رفتن فرصت‌های کاوشگری می‌شوند.
در این مقاله - که پژوهشـــی به روش اسنادی است- ضمن معرفی روش حل مسئله، نمونه‌ای از آزمایش‌های شـــیمی دبیرســتان بــه شــیوه حـــل مسئله ارائه می‌شود. این روش دانش‌آموزان را به چالش می‌کشد و آنان را در فرایندی ویژه، وادار به پژوهش می‌کند؛ روشی که در آن خود برای یافتن پاســـخ‌ها تلاش می‌کنند و با این یافته‌ها، به خود پاداش می‌دهند.

کلیدواژه‌ها: فعالیت آزمایشگاهی، روش تدریس، روش حل مسئله، آموزش شیمی

مقدمه
هر محتوایی را می‌توان در سه سطح «به‌خاطرسپاری، ادراک و به‌کارگیــری» فرا گرفــت. در این میان بــه‌خــاطرســـپاری، به‌عنوان ســـطح پایـــه و ادراک شناخته می‌شود که به کمک ساختارهای شناختی رایج، باعث برقرار شدن ارتباط‌های معنادار میان دانش جدید بــا آموخته‌های پیشــین می‌شود. هــمچنین به‌خاطرســـپاری را می‌توان مهارت به‌کارگیری شامل یادگیری، تعمیم و انتقال کاربرد یک مهارت در شـــرایط مختلف دانست. صاحب‌نظران آموزشی دریافته‌انــد کــه چهارمین نوع یادگیری به نام تفکر برتر نیز وجود دارد که شامل آن دسته از مهارت‌های تفکر، راهبردهای یادگیری و فراگردهای شناختی می‌شــود که کاربردی فراتـــر از حیطه‌های محتوایی دارند. تنها شـــناخت و استفاده از روش‌های آموزشی مناسـب مــی‌توانــد فــرد را بــه این ســطح چهــارم برساند[۱].
از آنجا که علم شیمی یکی از شاخه‌های مهم و پرکاربرد علوم تجربی اســت و بــه بررســی انـــواع مــواد، خــواص و ســاختار، چگونگی تغییـــر و تبدیل، روش‌های تهیـــه آن و ... می‌پردازد، اســـتفاده از روش‌های نوین آموزش شـــیمی در جهت رسیدن به تفکـــر برتر مورد توجه قرار گرفته است. در روش‌های نوین آموزشی، گذشته از فعال بودن دانش‌آموز در جریــان یــادگیری، بــه فراینــد اکتشــاف، پژوهش و حل مسئله اهمیت زیادی داده می‌شود. آموزش مفاهیم شیمی از راه مشاهده و اجرای آزمایش، به دانش‌آموزان کمـــک می‌کند تا دنیای اطـــراف خود را بهتر بشناسند، از قوانین فیزیکی و شیمیایی موجود در جهان هستی آگاه شوند و مشکلات زندگی و جامعه را حل کنند [۲].
هدف اصلی از فعالیت‌های آزمایشـــگاهی این است که ضمن آموزش مفـــاهیم علمـــی و درک کــاربردی نظریـــه‌هــا، فراگیـــر بتواند بین پدیده‌های طبیعی قابل مشاهده و تفکر علمی ارتباط منطقی برقرار کند. در اینجاست که توجه به نحـــوه طراحـــی،



▲ شکل ۱ فرایند طراحی مهندسی

سازمان‌دهی و اجرای فعالیت‌های آزمایشگاهی اهمیت خود را نشان می‌دهد.

هدف تدریس شیمی در آزمایشگاه مبتنی بر حل مسئله[1] (PBL)، نشان دادن برخی از نتایج علوم در قالب روش و آزمون است. برنامه‌های آزمایشگاهی به صورت قطعه‌هایی طراحی می‌شوند تا علاقه و توجه دانش‌آموز را به بررسی یک مسئله واقعی شیمی برانگیزند و با ایجاد چالش ذهنی، آنان را به تحقیق و یادگیری مفاهیم علمی تشویق کنند،شکل ۱.

برنامه آموزشی برای فعالیت آزمایشگاهی

تغییرات و پیشرفت روزافزون دانش و فناوری، ضرورت تغییر درآموزش، به‌ویژه علوم را یادآوری می‌کند. در این شرایط اصلاح و تغییر آموزش، به معنی درک آن علمی است که با تفکر و کار گروهی درگیر می‌شود، نه آنکه فقط در جهت به‌خاطرسپاری مفاهیم باشد. کلید آموزش درک است و بهترین روش رسیدن به آن، داشتن یادگیرنده‌ای است که «جستجوگر، کاشف، پرسشگر، نوآور، دارای روحیه درس گرفتن از اشتباه‌ها و تفسیرکننده اطلاعات» باشد.[۴]

الگوهای کاوشگری علمی برای استفاده دانش‌آموزان از پیش‌دبستانی تا دانشگاهی تدوین شده‌اند.[۵] منظور اصلی این الگوها ارائه فرایند اساسی علوم و همزمان با آن، تدریس مفاهیم عمده رشته‌های تحصیلی و اطلاعاتی است که آن رشته را تعریف می‌کنند. یکی از این الگوها انجام فعالیت‌های آزمایشگاهی است. این فعالیت‌ها با استفاده از ابزار، مدل و نظریه علمی به تعامل با پدیده‌ها می‌پردازند و کاوشگری را آموزش می‌دهند. در فعالیت‌های رایج، هدف آزمایش کاملاً مشخص شده است، مراحل آزمایش به‌طور پی‌درپی فهرست شده‌اند و در جریان فرایند می‌توان مشاهده، داده‌ها و خروجی آزمایش را پیش‌بینی کرد. در حالی‌که یک فعالیت علمی واقعی باید با کاوشگری و تحقیق، در مسیری جریان یابد که جواب پایانی

آموزش مفاهیم شیمی از راه مشاهده و اجرای آزمایش، به دانش‌آموزان کمک می‌کند تا دنیای اطراف خود را بهتر بشناسند، از قوانین فیزیکی و شیمیایی موجود در جهان هستی آگاه شوند و مشکلات زندگی و جامعه را حل کنند

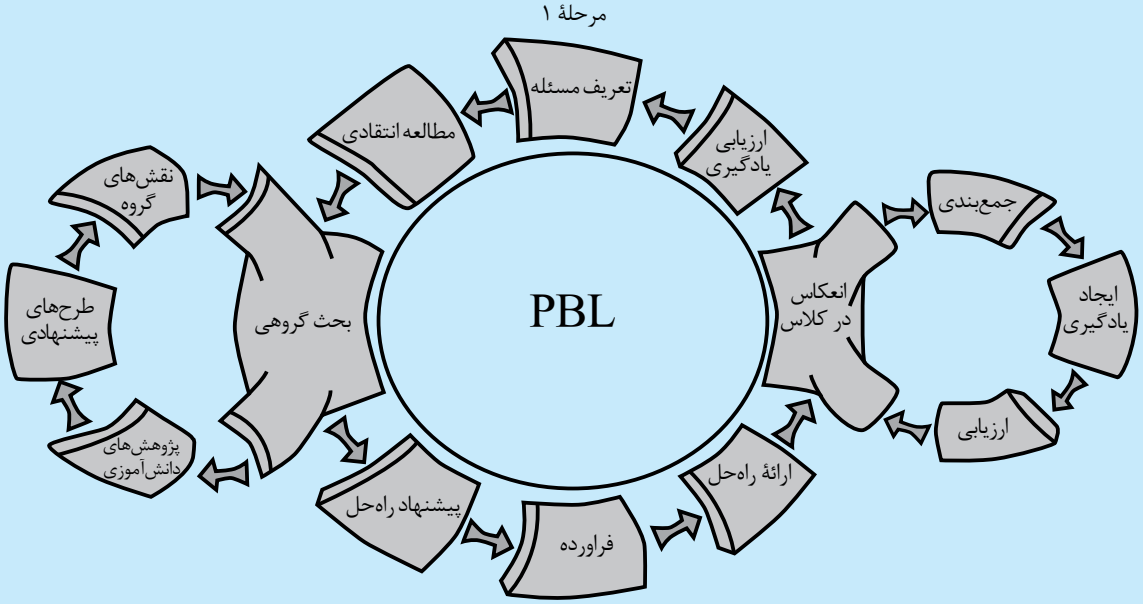
آن نامشخص است. تدریس و انجام آزمایش بر مبنای کاوشگری، می‌تواند قابلیت تفکر درباره مفاهیم علمی را گسترش دهد[۶].

فعالیت‌های آزمایشگاهی علمی بر مبنای کاوشگری در دو گروه طبقه‌بندی می‌شوند: کاوشگری هدایت شده و کاوشگری آزاد یا جواب باز.

در کاوشگری هدایت شده، راهنما یا دستورکار ویژه‌ای برای فعالیت دانش‌آموزان به صورت دیکته شده وجود ندارد ولی از یک دستور کار کلی استفاده می‌شود و میزان دخالت معلم در اجرای پژوهش بسیار اندک است. در این روش، دانش‌آموزان در مسیر واقعی پژوهش و اکتشاف علمی قرار می‌گیرند.

در کاوشگری آزاد - که از نوع حل مسئله است - فعالیت با طرح یک مسئله - در حالی که حداقل اطلاعات را در بر دارد – آغاز می‌شود. در این روش دانش‌آموزان برای هرگونه اکتشاف و تحقیق، آزاد هستند و دستورکاری وجود ندارد. دانش‌آموزان با گردآوری اطلاعات موجود و بررسی آن‌ها، فرضیه‌ای ارائه می‌دهند. سپس برای بررسی فرضیه، آزمایش یا فعالیتی را طراحی می‌کنند و به بررسی آن می‌پردازند. در این روش، جواب یا نتیجه پژوهش، هم برای معلم و هم برای دانش‌آموز نامشخص است در حالی که، در روش کاوشگری هدایت شده، نتیجه عمل برای معلم مشخص است و دانش‌آموز باید با اجرای درست روش کار ارائه شده از طرف معلم، به جواب مورد نظر دست یابد. در شیوه حل مسئله ممکن است در آغاز، مطالبی را به دانش‌آموزان بدهند که برای دانشمندان شناخته شده یا مسائلی که راه‌حل آن‌ها یافته شده است تا آنان با پیشروی در مسیر، رفته رفته به مرزهای دانش نزدیک و نزدیک‌تر شوند. بنابراین دانش‌آموزان کارهای دانشمندان را شبیه‌سازی می‌کنند[۷]. سرانجام، استفاده از موضوعی که نمونه کاوشگری یا همان مسئله نامیده می‌شود، مطرح خواهد شد. این مسائل دانش‌آموزان را وادار به فعالیت‌هایی می‌کند که توانمند شدن آن‌ها را برای پیگیری دانش مربوط به مسئله و مشارکت در استدلال مربوط به موضوع مطرح شده را در بردارد[۳].

در این دسته از فعالیت‌های آزمایشگاهی، دیدگاه «صحیح یا غلط» یا، یافته و جواب «صحیح یا غلط» وجود ندارد. معلم و مربی آزمایشگاه تلاش می‌کنند تا دانش‌آموز را راهنمایی کنند و او را در مسیر فعالیت علمی قرار دهند. این کار با طرح سؤال



▲ شکل ۲ چرخه یادگیری به روش حل مسئله

مرتبط بـــه مفهوم آموزشی و کمک برای پیدا کردن جواب از سوی خود دانش‌آموز، انجام می‌شود. این سبک آموزشی، نقش جدیـدی بـرای معلـم و مربی آزمایشگاه مشخص کرده و آن را از فردی توضیح‌دهنده، به تسهیل‌کننده یادگیری تغییر داده است. این شیوه معمولاً به تولیـد دانـش جدید می‌انجامد، بار آموزشی بالایی برای معلـــم و دانش‌آموز دارد و انگیزهٔ آنان را برای ادامهٔ فعالیت بـالا مـی‌بـرد.

شیوهٔ حل مســـئله به توسعهٔ مهارت‌های شناختی در سطوح بالا منجر می‌شـــود اما اجرای آن زمان‌بر است و باید به گونه‌ای طراحـی شـود کـه در آن به زمان انجام آزمایش، رعایت نکته‌های ایمنی و حفظ محیط زیست توجه شده باشد.

برتری و کاستی‌های روش حل مسئله

برخی برتری‌های این روش را می‌توان به این شـــرح برشمرد [۸]:

- یادگیری مهارت حل مســـئله، کسب مهارت طراحی آزمایش برای بررســـی مسئله، کسب مهارت دســـت‌ورزی در طراحی و اجرای آزمایش، رشد تفکر خلاق در حل مسئله
- تمرین و یادگیری زندگی فردی ، کشف جواب و ایجاد انگیزه در بلند مدت
- ایجاد توانایی برای تفکر انتقادی و حل مسئله
- ایجاد توانایی در جوابگویی، توضیح آموخته‌ها ، دریافت نتایج معنادار و قابل اعتماد
- آموزش مهارت‌های زندگی مانند مسئولیت‌پذیری، کارگروهی و اهمیت دادن به ارتباطات فردی.

کاستی‌های معرفی شده برای این روش نیز به این قرارند:

- زمان‌بر بودن فرایند یادگیری و انجام آزمایش
- مبهم بودن نتایج آزمایش
- انتخاب و طراحی مسئله و فرایند آزمایش
- ناآشنا بودن دانش‌آموزان با روش که در آغاز کار باعث ناامیدی و دلسردی آنان می‌شـــود و در نتیجه، نیاز به ایجاد انگیزه برای ادامهٔ کار را ایجاد می‌کند.
- پیاده‌سازی و اجرای فرایند، به‌ویژه در کلاس‌هایی با جمعیت زیاد نیاز به معلمی آشـــنا و مسلط به تدریس گروهی و فعالیت آزمایشگاهی دارد.

مراحل انجام فعالیت آزمایشگاهی به شیوه حل مسئله

در اجرای این روش، باید به ترتیب گام‌هایی به این قرار را پشت سر گذاشت،شکل۲. ممکن است این گام‌ها توالی‌های متعددی داشته باشند:[۸]

- طرح مســـئله: با اجرای آزمایشی کوتاه که نتیجه‌ای برخلاف انتظار دانش‌آموز دارد، انجام می‌شود.
- تعیین مسئله: مشخص کردن و تعریف مسئله که باعث ایجاد انگیزه در دانش‌آموزان می‌شود.
- ارائهٔ مسئله در شکل و مسیری که به‌طور علمی قابل بررسی باشد.
- در نظر گرفتن فرضیه‌های مختلف بر اساس اطلاعات موجود یا کسب شده، برای مسئله
- طراحی آزمایش برای بررسی فرضیه، با در نظر گرفتن مواردی همچون مواد اولیه، نکته‌های ایمنی و حفظ محیط زیست
- انجام آزمایش و بررسی مشاهده‌های به دست آمده در جریان فرایند
- جمع‌آوری اطلاعات مربوط به مسئله و طبقه‌بندی آن‌ها

● مشخص کردن نتایج یادگیری و تولید اطلاعات جدید
● به کار بردن اطلاعات جدید برای حل مسئله
● ارزیابی فرایند انجام شده و تکرار مراحل قبل در صورت نیاز
● تعمیم نتایج به نمونه‌های جدید دیگر و تعیین علت.

در ایـــن الگو وظیفه معلم، پرورش کاوشـــگری بـــا تأکید بر فرایند کاوشگری و تشویق دانش‌آموزان به اندیشیدن دربـــارهٔ آن اســـت[۱۰]. از آنجـــا که نمی‌توان روحیه کاوشـــگری را از راه آموزش برنامه‌ای ایجاد کرد و دامنهٔ شـــیوه‌های سودمند آن گســـترده است، پس باید زمینه را برای دانش‌آموزان فراهم کرد تا آزادانه برای یافتن پرسش‌های خود به آزمایش بپردازند. معلم نیز باید همراه با تشـــویق و ایجاد انگیزه، دانش‌آموز را در فرایند علمی راهنمایی کند.

درادامه، به نمونه‌ای از این فعالیت‌ها اشاره می‌شود.

خم شدن نوار فلزی در اثر شعله؛ آغاز کاوشگری [۱۱]

«تیغه‌ای، از روی هم قـــرار گرفتن دو نوار از فلزهای متفاوت (معمولا آهن و برنـــج) و به یکدیگر جوش خورده به‌وجود آمده است. ایـــن تیغه با دسته‌اش به شـــکل یک کاردک یا چاقویی باریک درآمده اســـت. وقتی آن را گـــرم می‌کنیم، هر دو فلز در آن منبسط مـــی‌شـــوند ولـــی مقـــدار انبساط آن‌ها یکسان نیست. در نتیجه نصف ضخامت این نوارهای بهم جوش‌خورده نســـبت به نصف دیگر قدری منبســـط‌تر می‌شـــود و چـــون هر دو بهم جوش‌خورده‌اند، کاهش انبساط فلز درونی سبب می‌شود که تیغه به شکل منحنی درآید و قسمت بیرونـــی آن همـــان فلزی است که بیش‌تر منبسط می‌شود.»

پیشـــنهاد می‌شـــود تا رویدادهایی انتخاب شـــوند که نتایج شگفت‌انگیز آن‌ها دانش‌آموزان را بـــه مشارکت درحل مشکل برانگیزد. گرم شـــدن مواد امری معمولی اســـت ولی خم شدن آن‌ها به این صورت، عادی نیست. وقتی این تیغـــه فلـــزی خـــم مـــی‌شـــود، دانش‌آموزان به‌طور طبیعی می‌خواهند دلیل آن را بداننـــد. فراگیران نمی‌توانند حل مســـئله را به‌عنوان موضوعی آشکار رهـــا کنند. به ناچار بـــرای رسیدن به یک توضیح منطقی، دســـت به کار می‌شـــوند که حاصل آن ایجاد بینش، مفاهیم و نظریه‌هـــای جدیـــد اســـت. پس از ارائـــه موقعیـــت مسئله‌دار، دانش‌آموزان پرسش‌هایی را مطرح می‌کنند. معلم نباید درباره پدیـــده توضیح دهد، فقط کافی اســـت دانش‌آمـــوزان را برای کســـب اطلاعات راهنمایی کند. دانش‌آموزان باید تمرکز کنند و بررسی‌های خود را برای حل مشکل سازمان دهند و به فرضـــیه برســـند. فراینـــد تبدیل فرضیه به یک آزمایش، آسان نیست و به تمرین نیاز دارد. یکی از وظایف معلم، وســـعت بخشیدن به کاوشگری دانش‌آموزان، از راه گسترش نوع اطلاعات مورد نیاز آن‌هاست[۳]. فراگیران پس از یک دوره تمرینی در جلسه‌های کاوشـــگری هدایت شـــده، می‌تواننـــد در آزمایش بـــا رویکرد کاوشـــگری باز یا حل مســـئله فعالیت کنند. بنابراین توصیه می‌شود مراحل مهارت کاوشگری به ترتیب بـــه دانش‌آموزان آمـــوزش داده شود، تا انگیزه بیشـــتری را در فراگیران ایجاد کند. در یک فعالیت مبتنی بر حل مســـئله، توسعه دانش بـــا

در کاوشگری هدایت شده، راهنما یا دستورکار ویژه‌ای برای فعالیت دانش‌آموزان به صورت دیکته شده وجود نـــدارد ولـــی از یـــک دستور کار کلی استفاده می‌شود و میزان دخالت معلم در اجرای پژوهش بسیار اندک است. در این روش، دانش‌آمـــوزان در مســـیر واقعـــی پژوهش و اکتشاف علمی قرار می‌گیرند

کمـــک و نظریـــه‌های دیگران، در صورتی که بتوانیم نظر آن‌ها را تحمل کنیم، آسان می‌شود. پس فعالیت گروهی ضامن موفقیت خواهـــد بـــود.

شـــاگردان وقتی با مسئله شـــگفت‌آوری مواجه می‌شوند، به طور طبیعی دســـت به کاوشگری می‌زنند و می‌توانند نسبت به راهبردهای تفکر خود آگاه شوند و تحلیل آن‌ها را یاد بگیرند.

مـــی توان راهبردهای جدید را به‌طور مســـتقیم آموخت و به راهبردهای موجـــود دانش‌آموزان افزود. کاوشـــگری مبتنی بر همکاری، تفکر را توسعه می‌دهد و به دانش‌آموزان در یـــادگیری آزمـــایش، پی بردن به نوخاســـته بودن ماهیت دانش و آمادگی برای پذیرش توضیح‌های مناسب دیگر کمک می‌کند.

نمونه

مسئله: بیشتر ورزشـــکاران در درمـــان آســـیب‌دیدگی‌ها، از بسته‌های تولید گرما یا سرمای فوری استفاده می‌کنند. اساس کار این بســـته‌ها - که از جمله وسایل کمک‌های اولیه به شمار می‌آیند- بر آنتالپی انحلال استوار اســـت.

نظرتان چیست، این بسته‌ها چگونه کار می‌کنند؟

محتوی چه مواد شیمیایی هستند؟

آیا اثر سرمازایی یا گرمازایی، سریع و لحظه‌ای است یـــا بـــا تأخیر زمانی رخ می‌دهد؟

می‌توانید بفهمید که دما چقدر کاهش یا افزایش می‌یابد؟

هر گرم از مواد حل‌شـــده، چگونه می‌تواند باعـــث کاهش یا افزایش دما شود؟

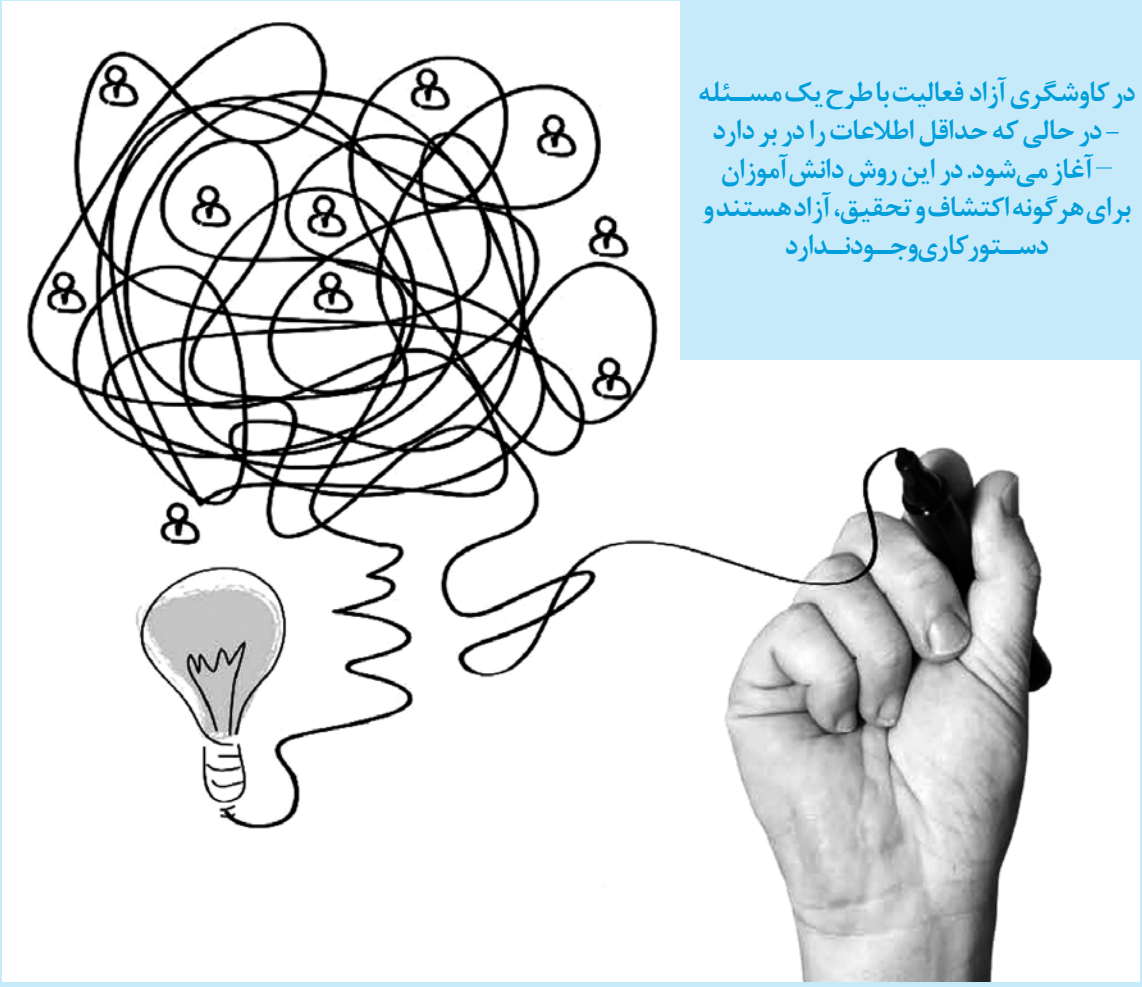
گرمای واکنش چیست؟[۱۳].

* **هدف**: واکنش‌های گرماگیر و گرماده

دانش‌آموزان باید برای انجام آزمایش به این ترتیب آماده شوند:

● متن آزمایش را مطالعه کنند.
● با مفهوم ترمودینامیک آشنایی داشته باشند.
● درباره نحوهٔ کار خود با اعضای گروه، گفت‌وگو و تقســـیم کار کنند.
● یک نمودار برای نحوه انجام فعالیت رسم کنند و پژوهش را به شکل پرسش و پاسخ تعاملی، پیش ببرند.
● با مراجعه به منابع اطلاعاتی، موارد احتیاط و نکته‌های ایمنی متناسب با مواد شیمیایی آزمایش را بررسی کنند و احتیـــاط‌هـــای لازم را به عمل آورند.

در کاوشگری آزاد فعالیت با طرح یک مسئله – در حالی که حداقل اطلاعات را در بر دارد – آغاز می‌شود. در این روش دانش‌آموزان برای هر گونه اکتشاف و تحقیق، آزاد هستند و دستورکاری وجود ندارد



پرسش‌ها

- گرماده یا گرماگیر بودن انحلال این ترکیب‌ها را در آب مشخص کنید:

$NaOH, KOH, NaCl , NH_4Cl, CaCl_2.2H_2O, NaNO_3$

- آیا مقدار گرمای مبادله شده بستگی به مقدار ترکیب حل شده در آب دارد؟ آیا مقدار آب در این زمینه مؤثر است؟ چه رابطه‌ای بین این دو وجود دارد؟ (خطی، نمایی، ...)
- آیا تنها انحلال ترکیب‌های یونی با جذب یا آزادشدن گرما همراه است؟
- دربارهٔ ترکیب‌های مولکولی مانند ساکاروز، گلوکوز و آسپارتیک اسید چه می‌توان گفت؟
- آیا وجود آب در مواد بلوری مانند هیدرات‌ها، بر نوع واکنش ($+\Delta H, -\Delta H$) و مقدار گرما (Q) مؤثر است؟

نتیجه‌گیری

با توجه به اهمیت فعالیت آزمایشگاهی در آموزش شیمی و تأیید کارشناسان بر تأثیر آن در افزایش قدرت تفکر انتقادی، ایجاد انگیزه مطالعهٔ علوم تجربی و ارتقای سطح شناختی دانش‌آموز، امروزه یکی از بخش‌های چالش‌برانگیز برنامهٔ درسی شیمی به‌ویژه در سطح دبیرستان، انجام فعالیت‌های آزمایشگاهی و چگونگی اجرای آن‌هاست. آموزش زمانی تأثیر بیشتری دارد که استفاده از راهبردهای یادگیری مناسب را به صورت آگاهانه از دانش‌آموز بخواهیم زیرا کسب، یادداری و انتقال دانش را افزایش می‌دهد[۱۴]. تحول در برنامه‌های آموزشی، به‌ویژه فعالیت‌های آزمایشگاهی امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر است. در این زمینه، توجه به این پیشنهادها می‌تواند سودمند باشد:

- یکی از هدف‌های مهم در آموزش علم شیمی این است که علم را نوعی روش تفکر بدانیم [۱۵،۱۶] و در کنار آموزش مفاهیم و واقعیت‌ها، به آن دسته از روش‌های تفکر علمی توجه کنیم که مهارت‌های فرایندی از جمله مشاهده، طبقه‌بندی، اندازه‌گیری، برقراری ارتباط، استنباط و پیش‌بینی، برخی اجزای اصلی آن هستند.
- به منظور حفظ و افزایش قدرت انگیزه، نباید تنها بر جنبه‌های سخت‌افزاری، ایجاد تنوع و روزآمد کردن آن‌ها تأکید کرد، بلکه لازم است در برنامه‌های آموزشی این رویکردها نیز دنبال شوند:

انفرادی کردن آموزش، استفاده از اصول یادگیری ساخت و سازگرا، حفظ تعامل و افزایش قدرت انتخاب در برنامه، استفاده

از رسانه‌های مختلف، ایجاد فرصت تمرین و تکرار به اندازه کافی، استفاده از روش‌های یادگیری مشارکتی / نوآوری / به‌کارگیری رویکردهای مبتنی بر حل مسئله.

- لازم است به جای تأکید بر استفاده از یک روش در یادگیری و پژوهش، بر یادگیری چند وجهی تأکید شود و از ابزار گوناگون جست‌وجو، برای کسب اطلاعات در کنار کتاب، آزمایشگاه، مشاهده و تحقیق استفاده کرد.

- اجرای آزمایش به صورت گروهی، فرصتی مناسب را برای تقویت روحیه همکاری و درک عمیق‌تر مفاهیم ارزشی همچون اعتماد به نفس و مسئولیت‌پذیری فراهم می‌آورد[۱۷]. آشنایی فراگیر با فرهنگ ایمنی [۱۸] و مسائل محیط زیستی و نیز شناختن دانش شیمی به‌عنوان یک فعالیت هوشمندانه انسانی [۱۵] و آشنایی با برخی نگرش‌ها و ارزش‌های ذاتی علم شیمی همچون پرسشگری، دقت و صداقت در ثبت و ارائه گزارش‌ها، از جمله هدف‌های مهم آموزش شیمی است که آزمایشگاه و فعالیت‌های آزمایشگاهی می‌تواند بستری مناسب را برای تحقق این هدف‌ها فراهم آورد.

- لازم است هنگامی که انجام فعالیت‌ها ممکن است به طبیعت و محیط زیست آسیب برساند، خطرناک باشد یا نیاز به هزینه‌های فراوان داشته باشد از شبیه‌سازها استفاده شود. از سوی دیگر باید در آموزش، بین استفاده از شبیه‌سازها و تجربهٔ واقعی - که از اجزای اساسی یادگیری به شمار می‌روند- توازن و تعادل برقرار شود.

- از آن جا که در آموزش مهارت‌های آزمایشگاهی، افزون بر هدف‌های دانشی، بر هدف‌های نگرشی و مهارت‌های ذهنی و عملی نیز تأکید می‌شود، لازم است که به موضوع الگوهای مناسب و متناسب ارزشیابی و شیوه‌های درست اجرای آن‌ها در آزمایشگاه و ارزیابی نتایج حاصل نیز توجه شود[۱۵].

- منظور از تدوین آموزش کاوشگری، وارد کردن مستقیم فراگیران در فرایند تفکر علمی به کمک تمرین‌هایی است که زمان انجام فرایند علمی را کوتاه می‌کند. این آموزش منجر به افزایش درک علوم، بهره‌وری تفکر خلاق، بارش مغزی و مهارت‌هایی برای دریافت و تحلیل اطلاعات می‌شود. این آموزش در به دست آوردن اطلاعات، مؤثرتر از روش‌های رایج نیست ولی باعث عمیق شدن یادگیری می‌شود و فراگیران یاد می‌گیرند که چگونه با یک مسئله جدید برخورد کنند، طرحی برای عملیات خود ارائه دهند و آزمایش کنند. آن‌ها می‌توانند با آنالیز انتقادی یافته‌های خود، به جواب‌های جدیدی دست یابند یا دوباره شروع به فعالیت کنند.

- نقش معلم در آموزش، نقش یک راهنماست. در چنین شرایطی، دانش‌آموزان برای طرح سؤال، مشکل‌گشایی و کشف مهارت‌های برتر جدید تشویق می‌شوند. معلم تنها آن‌ها را در جهت‌های صحیح هدایت می‌کند. این روش آموزشی، نیازمند مهارت معلم در تعیین میزان و نوع هدایت صحیح است. مشکلات یادگیری و سوءتفاهم‌ها باید شناسایی و اصلاح شوند تا دانش‌آموز به ادامه استفاده از مهارت، تشویق شود.

شیوهٔ حل مسئله به توسعهٔ مهارت‌های شناختی در سطوح بالا منجر می‌شود اما اجرای آن زمان‌بر است و باید به گونه‌ای طراحی شود که در آن به زمان انجام آزمایش، رعایت نکته‌های ایمنی و حفظ محیط زیست توجه شده باشد

- نگرش فراگیران باید چنان باشد که سرتاسر دانش را آزمایشی و موقتی بدانند. دانشمندان نظریه‌ها و توضیحات را ارائه می‌دهند ولی پاسخ‌ها همواره قطعی نیستند اما فراگیران باید ابهام‌ها را با کاوشگری واقعی، مورد بررسی قرار دهند .

*** پی‌نوشت**

1. Problem Based Learning

*** منابع**

۱.بدریان، عابد ،«راهبردها و شیوه‌های نوین آموزش شیمی در مدارس»، تهران، مبنای خرد، ۱۳۸۸.

۲. جویس، بروس ،«الگوهای تدریس ۲۰۰۴»، ترجمه بهرنگی، محمدرضا، تهران، کمال تربیت ، ۱۳۸۷.

۳. چارلز ام، رایگلوث، «راهبردها و فنون طراحی آموزشی» ، ترجمه فردانش، هاشم، تهران، سمت ،۱۳۸۳.

4. Greenwald, N. L. Learning from problems. *The Science Teacher*, **2000**, 67(4), 28-32.

5. Metz, K. E. Reassessment of developmental constraints on childrens science instruction. *Review of Educational Research, 1995*, 65(2), 93-127.

6. Burner, J. The culture of education, Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, **1996**.

7. Schwab, J. Biological science Curriculum study: Biology teachers hand-booh, New York: Wiley, **1965**, 40-41

8. Achilles, C. M., & Hoover, S. P. Exploring problem-based learning (PBL) in grades 6-12 (Report no. ED406406).Tuscaloosa, AL: MSERA. ERIC Document Reproduction Service No.ED406 406), **1996**.

9. Seifert, H. H.,& Simmons, D. Learning centered schools using a problem-based approach (Bulletin March 1997). Southwest Texas University, **1997**.

10. Schrenker, G. The effect of an inquiry-development program on elementary schoolchildrens science learning. Ph. D. thesis, NewYork University, **1976**.

11 . Hofstein. A, Lunetta.V.N. The laboratory in science education: foundation for the 21st century, *Science Education*, **2004**,88

12. Hofstein, A. The laboratory in science education: the state of the art, *Chemistry Education Research and practice*, **2007**, 8, 105-107.

13. Kempa, R. F. and Nicholls, C. E. Problem solving in school chemistry-apreliminary investigation, *International Journal of Science Education*, **1983**, 5, 2, 171-184

14. Bennett, J. and Kennedy, D.Practical work at the upper high school level:the evaluation of a new model of assessment , *International Journal of Science Education*, **2001**, 23, 97-110

15. Rezba, R. J, Sprague, C.S, Fiel, R. L. Kendall/Hunt, *Learning and Assessing Science Process Skills*, **2002**.

16. Lockard, J.D, Unipub, UNESCO Handbook for Science Teachers. (Ed), **1980**.

17. Bergendahl, C, Umea, Chemistry, Development of Competence in Biochemical Experimental Work - Assessment of complex learning at university level, **2004**.

18. School Chemistry Laboratory Safety Guide, National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), USA, **2006**.