مقاله مروری

پژوهش در آموزش شیمی، سال چهارم، شماره چهارم، انتشار: بهار ۱۴۰۲

پژوهش در آموزش شیمی

مقالات منتشر شده در چهارمین همایش ملی آموزش شیمی ایران

http://chemedu.cfu.ac.ir

آموزش شیمی مبتنی بر آزمایش

طاهره رمضانیان [۱*]، مهشید گلستانه [۲]، سیدمحسن موسوی [۳]

[۱] *دانشجوی کارشناسی ارشد آموزش شیمی، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران*

[۲] *استادیار شیمی گروه علوم پایه، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران*

[۳] *استادیار شیمی گروه علوم پایه، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران*

*ramezaniantahere0@gmail.com

چکیده:

آزمایش کردن یکی از راه‌های آموختن اصول و نتایج کلی علم است که دانش‌آموزان را وادار به تفکر و در نهایت یادگیری مطلوب می‌کند. آموزش مبتنی بر آزمایش روشی مستحکم برای حفظ فرایند بصری تدریس و اصولی برای پیشبرد هرچه عمیق‌تر اهداف آموزشی در علم شیمی محسوب می‌شود. آزمایشگاه، بخش مکمل و نقطه تمرکز آموزش علوم تجربی است که برای دانش‌آموزان، زمینه مشارکت در فعالیت‌های مرتبط با علم و یادگیری روش علمی را فراهم می‌کند. از آنجایی که بخش اعظم یافته‌های علوم تجربی از راه مشاهده و اجرای آزمایش به دست می‌آید، لذا بهترین راه یادگیری مؤثر این علوم، انجام آزمایش و مشاهده مستقیم پدیده‌های علمی است. در پژوهش پیش رو ابتدا به بررسی و نقش آزمایشگاه در آموزش علوم تجربی از جمله علم شیمی پرداخته می‌شود، اهداف و رویکرد اجرای این روش مطرح می‌گردد، دیدگاه چند متفکر و صاحب‌نظر در رابطه با اهمیت تدریس آزمایشگاهی، مراحل روش تدریس آزمایشگاهی و همچنین به تفکیک، شیوه‌های ارائه فعالیت‌های آزمایشگاهی، محاسن و محدودیت‌های این روش مورد بررسی قرار می‌گیرد و در پایان ساخت بلورهای رنگی توسط دانش‌آموزان متوسطه اول به عنوان یک آزمایش اکتشافی شرح داده می‌شود.

کلیدواژه‌ها: روش تدریس آزمایشگاهی، آزمایش، آزمایشگاه، شیمی، بلور

مقدمه

آموزش فرآیندی است که آگاهی، انگیزه و کمک‌های لازم برای تغییر نگرش و حفظ رفتار سالم در زندگی کردن را فراهم می‌کند (سالواتو[۱]، ۲۰۰۵). برنامه درسی نظام آموزشی جدید، در سه زمینه دانش، نگرش و مهارت تدوین شده است. بعد مهارتی که یکی از اهداف مهم برنامه درسی است، به دو بخش ذهنی و عملی تفکیک شده است تا در پرورش استعدادهای فراگیران به ابعاد گوناگون توجه شود. به این ترتیب در کنار استفاده از توانایی‌های جسمی، ذهن دانش‌آموزان را به فعالیت وا می‌دارد.

شیمی دانشی مبتنی بر تجربه و آزمایش است. اگر از بعد محتوا، دانش شیمی مشتمل بر مجموعه‌ای از مفاهیم و دانسته‌هاست، از بعد روش، آزمایش‌ها و تجربه‌های عملی، اساس و پایه مفاهیم شیمی را تشکیل می‌دهند. بنابراین شاید بتوان گفت که مناسب‌ترین روش در آموزش شیمی، روشی است که بعد تجربی و آزمایشگاهی آن در نظر گرفته شود و فرآیند یاددهی - یادگیری مفاهیم شیمی، با اجرای آزمایش‌های مرتبط با آن‌ها همراه شود.

افزون بر این، آموزش شیمی همراه با مشاهده و تجربه، حس کنجکاوی را برای یادگیری بیش‌تر در فراگیر ایجاد می‌کند و دیدگاه‌ها و نگرش‌های ملموس‌تری از علم شیمی را فراهم می‌آورد. در ضمن، آشنا نمودن فراگیر با فنون عملی، سبب ایجاد خلاقیت‌ها و مهارت‌های عملی در او می‌شود (خزاعی و همکاران، ۱۳۹۵).

آزمایشگاه به‌منظور فراهم آوردن محیطی مناسب برای حل مسئله تلقی می‌شود و سهم منحصربه‌فرد و قابل‌توجهی در یادگیری آموزش علوم دارد. آزمایشگاه، عرصه‌ای را برای دانش‌آموزان فراهم می‌آورد که می‌توانند مهارت بیاموزند یا درستی نظریه‌های علمی را بیازمایند. در فضای آزمایشگاه است که دانش‌آموزان مفاهیم و تئوری‌ها و مشاهدات را به‌عنوان وسیله‌ای جهت بررسی نظرات و اندیشه‌ها به کار می‌برند. همچنین آزمایشگاه فراهم‌کننده فرصت‌هایی برای دانش‌آموزان است تا بتوانند مشاهدات و یافته‌های خود را تعبیر و تفسیر نمایند.

اولین آزمایشگاه شیمی توسط توماس تامسون[۲] در سال ۱۸۰۷ در دانشگاه ادینبرگ بریتانیا تأسیس شد. در سال ۱۸۱۹ زمانی که تامسون به دانشگاه گلاوسون پیوست، کار آموزش در آزمایشگاه را در این دانشگاه مرسوم کرد. در سال ۱۸۲۴ لیبیگ[۳] یک آزمایشگاه شیمی در دانشگاه گیسن تأسیس کرد. این آزمایشگاه، اولین آزمایشگاه رسمی بود که در آن دانش‌آموزان برای عضویت مدرسه تحقیق به‌وسیله آزمایش‌های تحقیقی منظم آموزش می‌دیدند. سرانجام در سال ۱۸۹۹ در نظر گرفته شد که باید به دانش‌آموزان اجازه داد، آزمایش‌ها را خودشان انجام دهند. بنابراین آموزش عملی شیمی در دانشگاه‌های سراسر اروپا و شمال آمریکا توسعه یافت. یک قرن پیش، آرمسترانگ[۴] انجام آزمایش مستقیم به‌وسیله دانش‌آموزان را به جای آزمایش‌های نمایشی انجام شده توسط معلم مورد

---

۱ Salvato
۲ Thompson
۳ Liebig
۴ Armstrong

دفاع قرار داد. با این وجود، در کار عملی فـردی به دلیل تکـرار آزمایش تا رسیدن به شـرایط مطلوب، زمان زیادی به هدر می‌رفت. بنابراین دوباره توجه به سمت نمایش آزمایش توسط معلم جلب شـد. مقارن با اواخر قـرن ۲۰ پیشنهادهای بیش‌تری از جمله تمـرین‌های آزمایشگاهـی، فیلم و ویدیوهای آموزشی، شبیه‌سازی‌های کامپیوتری برای تسهیل آموزش اثربخش در آزمایشگاه‌ها ارائه شد.

بایرد[۱] (۱۹۹۰) معتقد است فعالیت‌های آزمایشگاهی یکـی از ارکان اصلی آمـوزش علوم تجربی به شمار می‌آیند و موجب رشـد دانش، مهارت و نگـرش‌های علمی دانش‌آموزان می‌شـوند (بدریان، ۱۳۸۷).

وایت[۲] (۱۹۹۶) نیز اعتقاد دارد انجام دادن فعالیت‌های آزمایشگاهی، علاوه بر تثبیت یادگیری و افزایش میزان ماندگاری مفاهیم آموخته‌شده، سبب دست ورزی و نیز کسب مهارت‌هایی می‌شود که در زندگـی روزانه مـورد استفاده قـرار می‌گیرد و زمینه‌های نوآوری، خلاقیت و تفکـر انتقادی را در دانش‌آموزان فراهم می‌کند.

آزمایشگاه بخش مهم و عمده‌ای در فـرآیند آموزشـی است؛ به این معنی که دانش‌آمـوزان به صورت فردی یا گروهی با راهنمایی مربیان یاد می‌گیرند که به طور فعال با استفاده از حواس پنجگانه با موضوع مورد مطالعه مستقیماً تماس برقرار کنند و نتایج حاصل را در آزمایشگاه برای کسب دانش مورد بحث و بررسی قرار دهند.

آزمایشگاه مدارس به‌عنوان واحد عملیاتی نظام آمـوزشی با پرورش تفکـر خلاق، تربیت افـرادی کاوشگر، نوآور و مولد، نقش مهمی در شکوفایی خلاقیت دانش‌آمـوزان دارد. فعالیت‌های آزمایشگاهی همواره نقشی کانونی و برجسته در برنامه درسی آموزش علوم تجربی داشته‌اند. دبیران فیزیک، شیمی و زیست‌شناسـی بر این باورند که درگیر شدن دانش‌آمـوزان در فعالیت‌های عملی، نقش مؤثری در یادگیری عمیق و پایدار مفاهیم دارد (بدریان، ۱۳۸۷).

آزمایشگاه برای درس شیمی به عنوان یک محیط یادگیری منحصـر به فـرد است، زیرا نه تنها آمـوزش در آن از طریق مطالعات پژوهشی و مسائل کلیدی مرتبط با آن سازمان‌دهی می‌شود، بلکه علاوه بر ارزیابی عملکرد دانش‌آموزان در آزمایشگاه، سبب تشویق دانش‌آموزان به کسب تجربه‌های آموزشی، درک عمیق‌تر مفاهیم علمی، رشد مهارت‌ها و نیز سهولت دستیابی به سطوح بالاتر شناختی از طریق مشاهده، کشف، ادراک و کاربرد عملی آموخته‌ها می‌شود (هوفشتاین و لونتا[۳]، ۲۰۰۴).

فعالیت‌های آزمایشگاهی ابزار مفیدی برای درک ارتباط بین جهان میکروسکوپی و ماکروسکوپی هستند و فرصت‌هایی را برای یادگیری مبتنی بر کاوشگـری، کار گروهی، فعالیت عملی، آشنایی با تجهیزات آزمایشگاهی و هم‌چنین انجام مراحل روش علمی فـراهم می‌آورند (یولیانی[۴] و همکاران، ۲۰۲۰).

---

۱ Baird
۲ White
۳ Hofstein & Lunetta
۴ Yuliani

آزمایش، فعالیتی است که در جریان آن، فراگیران با به کار بردن وسایل و مواد مشخص درباره مفهومی خاص، عملاً تجربه کسب می‌کنند (صفوی، ۱۳۹۲). انجام دادن فعالیت‌های آزمایشی علاوه بر تثبیت یادگیری و افزایش میزان ماندگاری مفاهیم آموخته شده، سبب دست ورزی و نیز کسب مهارت‌هایی می‌شود که در زندگی روزانه مورد استفاده قرار می‌گیرد و زمینه‌های نوآوری، خلاقیت و تفکر انتقادی را فراهم می‌کند.

هدف اصلی از فعالیت‌های آزمایشگاهی این است که ضمن آموزش مفاهیم علمی و درک کاربردی نظریه‌ها فراگیر بتواند بین پدیده‌های طبیعی قابل‌مشاهده و تفکر علمی ارتباط منطقی برقرار کند. فعالیت‌های آزمایشگاهی افزون بر داشتن زمینه‌های توسعه فکری و مهارتی، موجبات رشد مهارت‌های اجتماعی و شهروندی نیز می‌شوند. دانش‌آموزان با انجام کارهای آزمایشگاهی می‌توانند برای درک مطالب نظری به پژوهش بپردازند و به این ترتیب ضمن افزایش توانایی اندیشیدن و استدلال خود، با انتقال دانسته‌های خود به دیگران، حس همکاری با دیگران را در خود ایجاد و تقویت کنند.

به‌بیان‌دیگر راهبرد آموزش مبتنی بر آزمایشگاه به شیوه‌هایی اطلاق می‌شود که در آن به فراگیر اجازه داده می‌شود تا یادگیری توأم با درک و فهم مفاهیم را تجربه کند و در کنار فعالیت‌های عملی با فرایند ساخت دانش نیز درگیر شود. در رابطه با روش آزمایشگاهی اصلی‌ترین موضوع مورد بحث، کسب تجربه مستقیم و دسته اول است. یادگیری معنادار در آزمایشگاه به شرطی اتفاق می‌افتد که در فضا و محیطی مناسب به یادگیرندگان فرصت داده شود تا با دست‌کاری وسایل و مواد آزمایشگاهی و استفاده از پدیده‌ها و مفاهیم علمی به ساخت دانش نائل شوند (بدریان و همکاران ۱۳۸۷). در واقع آزمایشگاه واقعی نوعی تجربه یادگیری است که در آن فراگیران به‌صورت فیزیکی دنیای واقعی مواد و لوازم عینی و محسوس را برای مشاهده و درک طبیعت یا درک دنیای ماده اطراف خود دست‌کاری می‌کنند (زکریا و المپیو[۱]، ۲۰۱۱). مقالات زیادی به بررسی مزایا و معایب آموزش شیمی مبتنی بر آزمایش پرداخته‌اند اما تعداد مقالاتی که بطور هم‌زمان این شیوه تدریس را در کلاس درس هم اجرا کرده باشند، زیاد نیست. بنابراین در پژوهش حاضر، پس از مرور اصول، شیوه اجرا، مزایا و معایب آموزش شیمی مبتنی بر آزمایش، یک نمونه آزمایش که در کلاس درس اجرا شده است شرح داده شده است. این آزمایش در عین سهولت اجرا در تولید دانش توسط دانش‌آموزان موثر بوده است.

هدف و پیشینه پژوهش

هدف از پژوهش حاضر، مرور روش تدریس آزمایشگاهی، اصول، انواع شیوه‌های اجرای آن و هم‌چنین بررسی مزایا و معایب هر یک از این شیوه‌ها بوده است. برای این منظور ادبیات نظری و پژوهشی موجود به‌دقت بررسی شد و دیدگاه‌های گوناگون برای رسیدن به الگویی مناسب، طبقه‌بندی

[۱] Zacharia & Olympiou

و سپس مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و در نهایت نمونه‌ای از روش آموزش مبتنی بر آزمایش در ساخت بلور در کلاس درس بکار گرفته شد.

احمدی و خدائی (۱۳۹۹) در پژوهشی با عنوان " مروری بر اهمیت آزمایشگاه و آموزش شیمی مبتنی بر آزمایش" با هدف مرور مطالب مربوط به آزمایشگاه و اهمیت آموزش شیمی مبتنی بر آزمایش که با روش تحلیل مضمون ادبیات، پیشینه و نتایج پژوهش انجام داده‌اند، با آوردن نمونه‌هایی از آثار پژوهشی به کاربردهای آموزشی آن در آموزش شیمی پرداخته‌اند.

خزائی و همکارانش (۱۳۹۵) در مقاله‌ای با عنوان " نقش آزمایشگاه در یادگیری مفاهیم شیمی" به‌منظور یادگیری بهتر دانش‌آموزان، چند آزمایش درباره مفاهیم مختلف شیمی مطرح و در انتهای هر دستور کار، علت رخداد هر واکنش را با بیانی ساده عنوان کرده‌اند. آنچه در طراحی و جمع‌آوری این آزمایش‌ها مورد تأکید است، استفاده از مواد ساده با هدف به حداقل رساندن خطرات و آلودگی های زیست محیطی است.

سالی سدف [۱](۲۰۱۴) در مقاله‌ای تحت عنوان" آزمایش در سیاست آموزش و پرورش" در مورد اینکه چگـونه آزمایش می‌تواند برای شـکل دادن به سیاست آمـوزش و پرورش در حال حرکت رو به جلو مورد استفاده قرار گیرد، بحث می‌کند و اینکه چگونه آزمایش‌هایی با طراحی خوب می‌تواند در ساخت یک چارچوب کلی برای عملکرد تولید آموزش و پرورش تأثیرگذار باشد. آگاهی در این زمینه‌ها می‌تواند به شناسایی مکانیسم‌های زمینه‌ای عملکـرد تولید آموزش و پرورش کمک کند. علاوه بر این استدلال می‌کند که باید آرایه غنی از آزمایش‌ها در آموزش و پرورش وجود داشته باشد، از تحقیقات اساسی آزمایشگاه مانند گرفته تا کارآزمایی‌های اثربخش در سطح سیاست.

کپریادی [۲](۲۰۱۴) در پژوهشی تحت عنوان " شایستگی معلمان در آموزش و یادگیری شیمی عملی است." به بررسی سهم شایستگی معلمان در آموزش و یادگیری شیمی عملی از جنبه‌های مرتبط طراحی، برنامه‌ریزی، پیاده‌سازی و ارزیابی آموزش عملی یا آزمایش در بهبود کیفیت و استانداردهای تدریس و یادگیری شیمی عملی پرداخته است. در این پژوهش یافته‌ها نشان داد که سطح شایستگی در همه جنبه‌های طراحی، برنامه‌ریزی، اجرا و ارزیابی آموزش‌های عملی در سطح متوسط است و باید تلاش‌های استراتژیک و محکمی برای افزایش شایستگی معلمان انجام و از مواد آزمایشگاهی پیچیده‌تری استفاده شود. پژوهشگر در این مقاله به خلاقیت و ابتکار معلمان در جهت معنادارتر شدن علوم عملی پرداخته است.

کاستل هانو [۳]و همکارانش (۲۰۱۶) در پژوهشی تحت عنوان " اهمیت آزمایش در آموزش علوم دبستان" بیان می‌کند آزمایش یک عامل کمک‌کننده مهم برای علاقه و یادگیری معنی‌دار علم است. این مطالعـه اهمیت درج آزمایش به شیوه‌ای مشکل‌ساز در آمـوزش علـوم دبستان را به رسمیت

---

[۱] Sally Sadoff
[۲] Copriady
[۳] Castelhano

می‌شناسد و همچنین با استفاده از مقالات، قوانین و برنامه‌ها و پارامترهای ملی، مروری بر موضوع انجام می‌دهد و نشان می‌دهد که تدریس علم در مدارس، نقش تکثیر تکه‌های بلامنازع اطلاعات را داشته است، به این ترتیب آزمایش به‌گونه‌ای اعمال نشده است که دانش‌آموزان بتوانند دانش خود را به همراه معلم بسازند.

روش پژوهش

پژوهش حاضر از نوع مطالعات کیفی است که به شیوه مروری انجام شده است. به این منظور، اطلاعات موردنیاز درباره روش تدریس آزمایشگاهی، اهمیت و مراحل اجرای آن با تلفیقی از مطالعه منابع کتابخانه‌ای، بررسی آثار پژوهشی و با جستجو در پایگاه‌های اطلاعاتی معتبر، گردآوری، تفسیر و طبقه‌بندی شد. سپس محاسن و محدودیت‌های این روش مورد بررسی قرار گرفت و در پایان یک نمونه آموزش مبتنی بر آزمایش در کلاس درس اجرا گردید.

یافته‌های پژوهش

۱- اهمیت آموزش مبتنی بر آزمایش

مطالعات متعدد نشان داده‌اند که آموزش عملی علوم تجربی با استفاده از مواد در دسترس که دانش به دست آمده در کلاس را با زندگی روزمره عجین می‌کند، سطح یادگیری را افزایش می‌دهد (سیلوا[۱] و همکاران، ۲۰۱۹). با خروج از رویکرد آموزشی حافظه محور و به چالش کشاندن ذهن دانش‌آموزان از طریق انجام دادن فعالیت‌های عملی مناسب و هم‌چنین نگاه میان‌رشته‌ای به آموزش علوم تجربی، می‌توان دانش‌آموزان را در فرآیند یادگیری فعال کرد و روحیه انجام دادن فعالیت‌های گروهی و مشارکتی را در آن‌ها پرورش داد (فیدمن[۲]،۱۹۹۷).

به طورکلی تدریس علوم مبتنی بر مفاهیم، آزمایش‌ها و مشاهدات است که باید بخشی از کلاس درس به آن‌ها اختصاص یابد تا دانش‌آموزان بتوانند این مفاهیم را در ذهن خود تجسم کنند (سور[۳] و همکاران، ۲۰۱۰). انجام فعالیت‌های آزمایشگاهی علاوه بر تثبیت یادگیری و افزایش میزان ماندگاری مفاهیم آموخته شده، زمینه‌های نوآوری، خلاقیت، تفکر انتقادی و برقراری ارتباط منطقی بین علم و فناوری را در دانش‌آموزان فراهم می‌سازد.

در واقع آزمایشگاه نوعی تجربه یادگیری است که در آن دانش‌آموزان به صورت فیزیکی دنیای واقعی، مواد و لوازم عینی و محسوس را برای مشاهده و درک طبیعت یا دنیای مادی اطراف خود، دست‌کاری می‌کنند (زکریا و المپیو، ۲۰۱۱). کارشناسان و متخصصان آموزش علوم تجربی معتقدند آموزش علوم تجربی در صورتی مؤثر و کارآمد خواهد بود که دانش‌آموزان از طریق تجربه‌های دست

---

[۱] Silva
[۲] Feedman
[۳] sever

اول، انجام دادن آزمایش و درگیر شـدن با پژوهش و حل مسئله، به علم‌آموزی بپردازند (بدریان، ۱۳۸۷).

دلایل زیادی وجود دارد که به نوعی اهمیت آموزش مبتنی بر آزمایش را بیان می‌کند. برخی از این دلایل عبارت‌اند از:

- آزمایش به دانش‌آموزان کمک می‌کند تا با مهارت‌هایی که یک دانشمند به آن‌ها نیاز دارد، آشنا شوند.
- آزمایش سبب می‌شـود دانش‌آموزان به جای تسلیم شـدن در مقابل بارش یک‌طرفه اطلاعات از طرف معلم، به طور فعال در مبادله اطلاعات با معلم شریک شوند.
- آزمایش حقایق علمی را واقعی‌تر جلوه می‌دهد و موجب درک کامل مفاهیم علمی می‌شود.
- آزمایش سبب می‌شود مهارت‌های مورد نظر برنامه درسی و اهداف آموزشی مانند ارتباط‌های علمی، سواد علمی، مهارت‌های شهروندی و اجتماعی رشد کند و همچنین توانایی استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات ایجاد شود (بدریان و همکاران، ۱۳۸۷).
- آزمایش موجب تزریق علاقه و هیجان بیش‌تر به فرآیند یادگیری می‌شود.
- آزمایش سبب تثبیت ادراک و ایجاد نوآوری برای رشد هر چه بیش‌تر علوم نوین می‌شود.

۲- روش تدریس آزمایشگاهی

روش تدریس آزمایشگاهی فعالیتی است که در جریان آن، شاگردان عملاً با به کار بردن وسایل و تجهیزات و مواد خاصی، درباره مفهومی خاص تجربه کسب می‌کنند (شعبانی، ۱۳۸۲).

الگوی این روش، بیش‌ترین تمرکز را بر اطلاعات دست اول دارد که می‌تواند کیفیت یادگیری را افزایش دهد و یک عامل بسیار برانگیزاننده در فعالیت آمـوزشی باشـد. این روش برای ارضای حس کنجکاوی، پرورش تفکر انتقادی و تقویت نیروی اکتشاف و اختراع بسیار مفید است. به واقع روش تدریس آزمایشـگاهی، بسط یافته روش تجربی است (آقازاده،۱۳۹۰) و اساس این روش بر اصـول یادگیری اکتشافی استوار است. آزمایش به‌منظور فراهم آوردن محیطی مناسب برای حل مسئله تلقی می‌شود. در این صورت، معلم جهت کلی فعالیت را مشخص می‌کند و فراگیران را بر آن می‌دارد تا در اجرای آزمایش، به طور مستقل تصمیم‌گیری و نتیجه‌گیری کنند (صفوی، ۱۳۸۷).

نقش معلم در این روش هدایت شاگـردان و نظارت بر کار آنان است. معلمان باید با کسب مهارت‌های روش تدریس آزمایشگاهی دانش‌آموزان را یاری کنند تا خواص پدیده‌ها، علت‌ها و معلول‌ها و ماهیت آن‌ها روشن گردد (احدیان و آقازاده، ۱۳۸۷).

۳- اهداف روش تدریس آزمایشگاهی

مهم‌ترین اهداف آموزشی از انجام فعالیت‌های آزمایشگاهی عبارت‌اند از:

- تسلط بر مفاهیم علمی ماده درسی

- تقویت استدلال علمی
- درک ماهیت علم
- انگیزش و علاقه‌مندی به علوم تجربی
- درک پیچیدگی و ابهام‌های موجود در فعالیت‌های تجربی
- توسعه مهارت‌های عملی
- توسعه فعالیت‌های گروهی

اهداف فوق را می‌توان در سه حیطه شناختی، مهارتی و نگرشی طبقه‌بندی کرد (جدول ۱).

جدول ۱- اهداف فعالیت‌های آزمایشگاهی در سه حیطه شناختی، مهارتی و نگرشی [۴]

حیطه	اهداف
شناختی	• رشد تفکر خلاق • رشد ذهنی دانش‌آموزان • رشد مهارت در حل مسئله • کمک به یادگیری مفاهیم علمی • کمک به درک بهتر علوم تجربی و روش علمی
مهارتی	• رشد مهارت در پژوهش علمی • رشد مهارت در تجزیه و تحلیل علمی • رشد مهارت در برقراری ارتباط‌های علمی • رشد مهارت در فعالیت و تعامل با دیگران
نگرشی	• رشد نگرش‌های مثبت نسبت به علوم تجربی • کسب دیدگاه‌های مثبت نسبت به توانایی‌های شخصی در درک مفاهیم و تحت تأثیر قرار دادن محیط دیگران از طریق نگرش علمی

۴- مراحل روش تدریس آزمایشگاهی

مراحل کار در روش تدریس آزمایشگاهی می‌تواند با توجه به مفهومی که معلم دنبال می‌کند، متفاوت باشد. اما در این روش، چند مرحله اساسی وجود دارد که رعایت آن الزامی است. ریسک[۱] (۱۹۶۵) اشاره می‌کند که هر معلم در تدریس با استفاده از روش تدریس آزمایشگاهی باید سه مرحله زیر را رعایت کند:

۱- مرحله آماده‌سازی

---

[۱] Risk

۲- مرحله زنگ کار
۳- مرحله جمع‌بندی (آقا زاده، ۱۳۹۰).

- **مرحله نخست:** آماده‌سازی(Introductian)

در مرحله آغازین مسئله مورد آزمایش برای فراگیران مطرح می‌شود تا پیرامون کشف راه‌های حل آن مسئله فکر کنند (صفوی، ۱۳۸۷)

- **مرحله دوم:** زنگ کار(Work Priod)

در این مرحله فراگیران به‌صورت فردی و گروهی به جست‌وجوی راه‌حل‌های مسئله داده شده یا به کاوش در موقعیت با استفاده از روش عملی می‌پردازند. آنچه در این میان حائز اهمیت و شایان توجه است این است که هر کدام از فراگیران باید به صورت فعالانه به آزمایش، تفکر انتقادی، برنامه‌ریزی و جست‌وجوی پاسخ اقدام کنند. در ضمن کار، معلم باید به افراد و گروه‌ها سرکشی کند و آنان را هدایت و راهنمایی کند (آقازاده، ۱۳۹۰)

- **مرحله سوم:** جمع‌بندی(Culmianating activites)

در مرحله نهایی فراگیران درباره اطلاعات به دست آمده از جست‌وجو و کاوش‌های متعدد و آزمایش به بحث می‌نشینند و معلم تلاش می‌کند فراگیران را برای حصول یک نتیجه رهنمون گردد و افزون بر این، در این مرحله معلم دست به سنجش می‌زند. هدف از سنجش، اندازه‌گیری میزان دانش و مهارت محقق است (آقازاده، ۱۳۹۰).

۵- انواع فعالیت‌های آزمایشگاهی

دامین[۱] (۱۹۹۹) معتقد است چهار سبک معروف برای انجام فعالیت‌های آزمایشگاهی وجود دارد که عبارت‌اند از:

- حل مسئله
- توصیفی
- اکتشافی (پژوهش هدایت‌شده)
- کاوشگری (پژوهش آزاد)

این سبک‌ها را می‌توان به وسیله سه عامل مهم، یعنی نتیجه فعالیت، رویکرد مورد استفاده و روش کار از یکدیگر تمیز داد. ویژگی هر کدام از این سبک‌ها در جدول ۲ آورده شده است.

---

[۱] Domin

جدول ۲- ویژگی انواع فعالیت‌های آزمایشگاهی (دامین، ۱۹۹۹)

سبک فعالیت آزمایشگاهی	نتیجه فعالیت	رویکرد مورد استفاده	روش کار
توصیفی	از قبل مشخص	قیاسی	داده‌شده
کاوشگری	نامشخص	استقرایی	دانش‌آموز ساخته
اکتشافی	از قبل مشخص	استقرایی	داده‌شده
حل مسئله	از قبل مشخص	قیاسی	دانش‌آموز ساخته

نتیجه هر فعالیت آزمایشگاهی یا از پیش تعیین شده است و یا نامشخص. سبک‌های آزمایشگاهی توصیفی، اکتشافی و فعالیت‌های مبتنی بر حل مسئله، همگی نتایج از پیش تعیین شده‌ای دارند. در آزمایش‌های توصیفی، هم دانش‌آموزان و هم مربی از نتیجه مورد انتظار آگاه هستند. برای فعالیت‌های اکتشافی و مبتنی بر حل مسئله، معمولاً فقط مربی است که نتیجه مورد انتظار را می‌داند.

رویکـرد مورد استفاده در فعالیت‌های آزمایشگاهی می‌تواند قیاسی یا استقرایی باشد. فعالیت‌های توصیفی و مبتنی بر حل مسئله معمولاً از یک رویکـرد قیاسی پیروی می‌کنند که در آن دانش‌آموزان یک اصل کلی را برای درک یک پدیده خاص و جزئی به کار می‌گیرند. درحالی‌که فعالیت‌های اکتشافی و کاوشگری استقرایی هستند و دانش‌آموزان با مشاهده موارد جزئی، اصل کلی را به دست می‌آورند.

روشی که برای انجام هر فعالیت آزمایشگاهی باید دنبال شود یا توسط دانش‌آموزان طراحی می‌شود و یا از یک منبع خارجی (مربی، کتابچه راهنمای آزمایشگاه یا جزوه) در اختیار آن‌ها قرار می‌گیرد. روش‌های کاوشگری و مسئله محور از دانش‌آمـوزان می‌خواهـد که روش کار خود را توسعه دهند. این در حالی است که در بیش‌تر فعالیت‌های اکتشافی و توصیفی، روش کار به دانش‌آموزان داده می‌شود (دامین، ۱۹۹۹).

لونتا[۱] (۱۹۹۸) معتقد است اجرای الگـوهای آمـوزشی نامناسب و پیروی نکـردن از سبک‌ها و روش‌های جدید در فعالیت‌های آزمایشـگاهی، سبب اتلاف وقت در آزمایشـگاه می‌شـود و نتایج مـورد

[۱] Lunetta

انتظار از آن فعالیت‌ها، به دست نمی‌آید. این امر موانعی را پیش روی فرایند آموزش و یادگیری علوم تجربی در آزمایشگاه ایجاد می‌کند.

۶- بررسی روش‌های ارائه فعالیت‌های آزمایشگاهی

۶-۱ فعالیت‌های آزمایشگاهی از نوع توصیفی

محبوب‌ترین و در عین حال مورد انتقادترین شیوه آموزش آزمایشگاهی، شیوه توصیفی (سنتی یا تأییدی) است. در محیط یادگیری نمایشی، مربی موضوع مورد بررسی را تعریف می‌کند، تحقیق را به کار قبلی مرتبط می‌سازد و اقدامات دانش‌آموزان را هدایت می‌کند. دانش‌آموزان دستورالعمل‌های معلم را تکرار می‌کنند یا دستورالعمل‌های یک کتابچه راهنما را می‌خوانند (مونتینی و کراکولیک[۱]، ۲۰۰۴). رویه‌ای که دانش‌آموزان دنبال می‌کنند به خوبی بیان شده است، بنابراین آن‌ها ممکن است نتیجه از پیش تعیین شده‌ای را تجربه کنند که هم برای آن‌ها و هم برای مربی شناخته شده است. نتایج به دست آمده معمولاً فقط برای مقایسه با نتیجه مورد انتظار استفاده می‌شوند (تساپارلیس و گورزی[۲]، ۲۰۰۵).

امروزه این سبک، علیرغم معایب زیاد، به علت روشن بودن در آموزش اصول و فنون، نشان دادن چگونگی تناسب روش با آزمایش، افزایش اعتماد به نفس در دانش‌آموزان و قابلیت انجام با حداقل امکانات، در بیش‌تر مدارس و حتی دانشگاه‌ها به کار می‌رود (دامین، ۱۹۹۹).

۶-۲ فعالیت‌های آزمایشگاهی از نوع اکتشافی (پژوهش هدایت‌شده)

در یک آزمایش از نوع اکتشافی یا پژوهش هدایت‌شده، دانش‌آموزان یک روش معین را دنبال و داده‌های خود را جمع‌آوری می‌کنند. آن‌ها مشاهداتی انجام می‌دهند و بر اساس نتایج خود نتیجه‌گیری می‌کنند. نتیجه می‌تواند از پیش تعیین شده و یا نامشخص باشد. این روش، رویکردی استقرایی‌تر از آزمایشگاه‌های توصیفی دارد و مهارت‌های تفکر انتقادی را توسعه می‌دهد (دانلپ و مارتین[۳]، ۲۰۱۲). در آزمایشگاه‌های اکتشافی، مربی دستورالعمل‌های گام به‌گام ارائه نمی‌کند، اما ممکن است یک روش کلی ارائه دهد. دانش‌آموزان نقش کاشف را در آزمایشگاه ایفا می‌کنند.

برخی شواهد نشان می‌دهند که دانش‌آموزان وقتی درگیر آزمایشگاه‌های پژوهش هدایت‌شده یا آزمایشگاه مبتنی بر اکتشاف هستند، نسبت به روش توصیفی، بیش‌تر یاد می‌گیرند (باسی، ساکت و رابینسون[۴]، ۲۰۰۸). از معایب این روش این است که اگر دانش‌آموزی دانش پایه‌ای مناسبی از مطالبی

---

[۱] Monteyne, Cracolice
[۲] Tsaparlis & Gorezi
[۳] Dunlap & Martin
[۴] Basey, Sacket, & Robinson

که باید یاد بگیرد، نداشته باشد، نمی‌تواند اکتشاف "صحیح" داشته باشد. همچنین آزمایشگاه‌های اکتشافی، زمان‌بر و چالش‌برانگیز هستند (دانلپ و مارتین، ۲۰۱۲).

۳-۸ فعالیت‌های آزمایشگاهی مبتنی بر حل مسئله

با وجودی که یادگیری مبتنی بر مسئله در حال تبدیل شدن به یک جایگزین محبوب برای دیگر شیوه‌های آزمایشگاهی است، اما روش جدیدی از آموزش نیست. در اوایل قرن بیستم، اسمیت و هال[۱] (۱۹۰۲) روشی از آموزش آزمایشگاهی را توصیف کردند که در آن دانش‌آموزان تشویق می‌شدند تا درک خود را از یک مفهوم به‌کارگیرند تا به سؤالاتی که پاسخی برای آن‌ها نداشتند پاسخ دهند. مربی با طرح سؤالات یا مسائل برای دانش‌آموزان و تهیه مطالب لازم، دانش‌آموزان را به سمت راه‌حل درست مسئله سوق می‌دهد.

در این شیوه معلم نقش یک تسهیل‌کننده یا گره‌گشا را برای فراگیران ایفا می‌کند و از دخالت مستقیم در حل مسئله خودداری می‌کند. در شیوه حل مسئله به دانش‌آموزان مسئله‌ای ارائه می‌شود که اغلب فاقد اطلاعات مهم است. دانش‌آموزان باید رویه‌های خود را برای حل مسئله مورد نظر ایجاد کنند و گزارشی مکتوب ارائه نمایند که در آن رویه، نتایج به دست آمده را شرح دهد. در این روش بر توسعه فرضیه‌های قابل آزمون به جای دستیابی به نتایج صحیح تأکید می‌شود (لیته[۲]، ۲۰۱۳).

٤-۸ فعالیت‌های آزمایشگاهی مبتنی بر کاوشگری (پژوهش آزاد)

فعالیت‌های کاوشگری مجموعه‌ای از فعالیت‌های دنباله‌دار و وابسته به هم را شامل می‌شود که در راستای حل مسائلی برگرفته از پدیده‌های علمی موجود در طبیعت و یا زندگی روزمره است. در این نوع فعالیت‌ها فراگیران علاوه بر یادگیری دانش، درک زیادی از مفاهیم، اصول، الگوها و نظریه‌های علمی و کاربرد آن‌ها در زندگی و جهان پیرامون خود پیدا می‌کنند. در فعالیت‌های مبتنی بر کاوشگری، فراگیران درگیر انجام پژوهش آزاد می‌شوند و علاوه بر توصیف یک پدیده علمی و نیز حل مسئله با به‌کارگیری خلاقیت و نوآوری، موجب گسترش مرزهای دانش، اختراع و تولید محتوای جدیدی می‌شوند (بدریان، ۱۳۹۴).

دلایل قانع‌کننده‌ای برای انتخاب روش‌های آزمایشگاهی کاوشگری نسبت به روش‌های سنتی‌تر وجود دارد. در شیوه کاوشگری زمانی که دانش‌آموزان تلاش می‌کنند یافته‌های علمی خود را درک کنند، توضیح دهند و با دیگران در میان بگذارند، به سطوح عمیق پردازشی دست می‌یابند و یادگیری معنادارتری در آن‌ها اتفاق می‌افتد. دانش‌آموزان زمانی اطلاعات را بهتر به خاطر می‌سپارند که به جای مصرف منفعلانه دانش، خودشان آن را به طور فعال تولید کنند (فیشر[۳] و دیگران، ۲۰۲۲).

---

[۱] Smith, Hall
[۲] Leite
[۳] Fischer

همچنین اعتقاد بر این است که آموزش مبتنی بر تحقیق برای ایجاد مهارت‌های حل مسئله و تفکر انتقادی در دانش‌آموزان بسیار مناسب است، زیرا از دانش‌آموزان می‌خواهد که با درگیر شدن در اشکال پیچیده استدلال علمی در زمینه حل واقعی مسئله، دانش خود را بسازند. علاوه بر این ماهیت مشارکتی آموزش کاوشگری، نگرش مثبت و انگیزه درونی دانش‌آموزان را نسبت به یادگیری علوم افزایش می‌دهد (کارنس و آریپاتامانیل[۱]، ۲۰۱۹).

۷- ارزشیابی از فعالیت‌های آزمایشگاهی

به‌منظور ارزشیابی از فعالیت‌های آزمایشگاهی، مجموعه‌ای از ابزارهای ارزشیابی به شرح زیر مورد استفاده قرار می‌گیرند:

۱- آزمون‌های کتبی یا مداد - کاغذی

۲- آزمون‌های عملکردی

۳- ارزشیابی با استفاده از کارپوشه

۴- ارزشیابی مشاهده‌ای (بدریان و همکاران، ۱۳۸۷).

آزمون‌های کتبی بیش‌تر برای اندازه‌گیری هدف‌های آموزشی و بازده‌های یادگیری حوزه شناختی به کار می‌روند. آزمون‌های دیگر که در زمره ارزشیابی توصیفی به شمار می‌آیند، برای سنجش عملکرد و مهارت‌هایی که دانش‌آموزان بروز می‌دهند، مورد استفاده قرار می‌گیرند (هوفشتاین، ۲۰۰۴). مجموعه گزارش‌های به‌دست آمده از فعالیت‌های دانش‌آموزان در روند انجام آزمایش، باید در مجموعه‌ای به نام کارپوشه گردآوری شوند و برای ارزیابی نهایی مورد بررسی و قضاوت قرار گیرند. از فهرست‌های وارسی مورد استفاده در ارزشیابی فعالیت‌های دانش‌آموزان، می‌توان در مراحل گوناگون آزمایش بهره گرفت و اطلاعات مفیدی کسب کرد (بدریان و همکاران، ۱۳۸۷).

۸- محاسن روش تدریس آزمایشگاهی

- در این روش دانش‌آموزان به کمک ابزارهای کمک‌آموزشی و انجام آزمایش، محتوای درسی مورد نظر را عملاً تجربه می‌کنند که خود منجر به تقویت قوای ذهنی و حسی در آنان می‌شود.
- این روش سبب رشد و گسترش مهارت‌هایی می‌شود که دانش‌آموز را به سمت مطالعه و پژوهش بیش‌تر سوق می‌دهد.
- این روش زمینه‌ساز اکتشاف، اختراع و تفکر علمی در دانش‌آموزان می‌شود.
- به دلیل حضور فعال در فرایند یادگیری، دانش‌آموزان کمتر دچار خستگی و بی‌حوصلگی می‌شوند.

---

[۱] Cairns, Areepattamannil

- در این روش تعامل بین معلم و دانش‌آموزان، سبب تقویت حس مشارکت و همکاری در آنان می‌شود.
- چون یادگیری از طریق تجارب مستقیم حاصل می‌شود، یادگیری با ثبات‌تر و عمیق‌تر خواهد بود.

۹- محدودیت‌های روش تدریس آزمایشگاهی

- از آنجا که محتوا، برنامه و شیوه اجرای فعالیت‌های آزمایشگاهی از نظر دبیران، متصدیان و کارشناسان امور آموزشی مطلوب نیست، موفقیت در این روش مستلزم یک برنامه‌ریزی مؤثر، کارآمد و دقیق است.
- در این روش باید معلمینی بسیار مجرب و با تجربه به کار گرفته شوند که توانایی پاسخگویی به سؤالات بی‌شمار دانش‌آموزان در موقعیت‌های مختلف آموزشی را داشته باشند.
- در اجرای این روش، به دلیل انجام هم‌زمان چندین فعالیت عملی، امکان پراکندگی فکری در دانش‌آموزان بسیار زیاد است.
- این روش نسبت به سایر روش‌ها ممکن است اطلاعات و معلومات کم‌تری در اختیار دانش‌آموزان قرار دهد.
- در این روش، نمی‌توان انتظار داشت که نتیجه به همان سرعت سایر روش‌ها و ترفندهای آموزشی به دست آید.
- محدودیت زمانی در کلاس‌های درس، اجرای این روش را با مشکل مواجه می‌کند.
- فضا و امکانات لازم برای اجرای این روش در مدارس فراهم نیست و فراهم آوردن مواد، وسایل و ابزارهای لازم برای اجرا نسبت به سایر روش‌ها بسیار پرهزینه است.
- شیوه ارزشیابی از فعالیت‌های عملی در آزمون‌های مستمر و پایانی، مناسب نیست.

۱۰- ساخت بلورهای رنگی توسط دانش‌آموزان دوره متوسطه اول در آزمایش تبلور مواد (یک آزمایش اکتشافی)

۱. هدف: آشنایی ساخت بلور از محلول‌های سیرشده

۲. مواد و وسایل مورد نیاز برای هر گروه:

آب، کات کبود، زاج سفید، شکر، نمک، رنگ خوراکی، قاشق غذاخوری، یک عدد بشر، قیف شیشه ای، کاغذ صافی، ارلن مایر، ذره بین، نخ

۳. ملاحظات: ملاحظات معمول شامل آگاهی از میزان انحلال‌پذیری ماده حل شونده در حلال برای تهیه محلول سیرشده است؛ همچنین دانش‌آموزان باید موارد احتیاط و نکته های ایمنی متناسب با وسایل و مواد شیمیایی آزمایش را بررسی کنند و احتیاط‌های لازم را به عمل آورند.

۴. **نحوه فعالیت دانش‌آموزان:** دانش‌آموزان درگروه‌های چهار نفری به فعالیت می پردازند.

۵. آنچه دانش‌آموزان باید کشف کنند:

- بلورها مواد معدنی جامدی هستند که شکل هندسی منظم دارند.
- تبلور فرایندی است که طی آن یک بلور جامد بر اثر تغییر فشار و دما از محلول‌ها، مواد مذاب، مواد جامد و بخار به‌وجود می‌آید.
- ساختار بلوری به توصیفی از آرایش منظم اتم‌ها، یون‌ها یا مولکول‌ها در بلور اشاره دارد.
- برای تشکیل بلور از یک ماده ابتدا باید محلول سیر شده ای از آن ماده را تهیه کرد تا در ادامه با کاهش دما، ظرفیت انحلال حلال کاهش و ماده حل شونده به شکل بلور جدا شود.
- طی این روند، برخی از ذرات از محلول جدا و به یکدیگر متصل می‌شوند و یک بلور ایجاد می‌کنند.

۶. آنچه به بحث گذاشته می‌شود:

- چگونه می‌توان محلول سیر شده‌ای از یک ماده تهیه کرد؟
- بلور چیست؟
- چگونه می‌توان بلور ساخت؟
- در حین تشکیل بلور چه فرایندی رخ می‌دهد؟
- چه تفاوت هایی بین ساختار بلوری مواد مختلف وجود دارد و این تفاوت ها حاصل از چیست؟

- **مرحله نخست: آماده سازی**

آنچه معلم در نظر دارد، آموزش محلول‌های سیر شده و چگونگی تشکیل بلور از این محلول‌ها است که این مفاهیم را در محیط آزمایشگاه و با اجرا توسط خود دانش آموزان به آن‌ها انتقال می‌دهد.

برای سهولت انجام آزمایش، دانش‌آموزان باید به این ترتیب آماده شوند:

- متن آزمایش را به دقت مطالعه کنند.
- درباره نحوه کار خود و تقسیم کار با اعضای گروه، گفت و گو کنند.
- پژوهش را به شکل پرسش و پاسخ تعاملی، پیش ببرند.

- **مرحله دوم: زنگ کار (مدت کار)**

معلم آنچه دانش‌آموزان باید انجام دهند را به شکل یک دستور کار همراه با عنوان کردن نوع مهارت فرآیندی به دانش‌آموزان ارائه داد.

دستور کار:

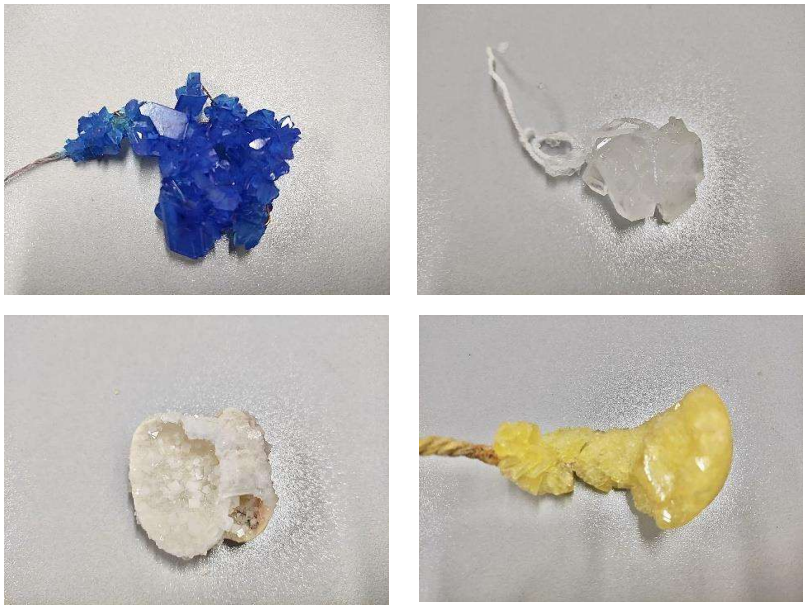
- ابتدا در بشر آب را به جوش آورید و بعد از به جوش آمدن شعله را خاموش کنید. با یک قاشق به تدیج ماده حل شونده مورد نظر را اضافه کنید و اجازه دهید به طور کامل در آب حل شود.

- تا زمانی به این کار ادامه دهید که دیگر ماده مورد نظر در آب حل نشود و ته‌نشین گردد. در این شرایط می‌توانید ناخالصی‌های نامحلول را از محلول داغ با عبور از صافی فیلتر و در صورت تمایل از رنگ خوراکی برای رنگی کردن بلور استفاده کنید.

- محلول زیر صافی را در ظرفی بریزید و از طریق خنک سازی محلول، حلالیت را کاهش دهید تا به محلول فراسیرشده برسید. قطعه‌ای از بلور ماده موردنظر را در آن بیاویزید. برای مدت چند روز آن را در جای ثابتی قرار دهید تا از هرگونه حرکتی به دور باشد.

- با کاهش حلالیت، به نقطه ای می‌رسید که بلورها هسته‌سازی و سپس رشد می‌کنند. بلورهای حاصل کاملاً خالص هستند و ناخالصی‌ها در محلول باقی می‌مانند.

پس از انجام مراحل آزمایش توسط گروه‌ها در این مرحله معلم از گروه‌ها می‌خواهد با یک ذره‌بین ساختار بلورها را در نمونه‌های ساخته شده توسط خود، مورد بررسی قرار دهند و با ماده اولیه مقایسه کنند. معلم از دانش‌آموزان می‌خواهد آنچه را با استفاده از ذره بین دیده‌اند و ویژگی ظاهری بلورهایی که در اختیار دارند را با اعضای گروه خود به بحث بگذارند و در پایان نتایج حاصل از گفتگو را به عنوان نتیجه آزمایش بنویسند. سپس هر گروه آنچه را که طی انجام این آزمایش آموخته‌اند برای سایر گروه‌ها به اشتراک بگذارند. در شکل ۱ نمونه‌ای از بلورهای ساخته شده توسط دانش‌آموزان به روش بالا نشان داده شده است.



شکل ۱- بلورهای رنگی ساخته شده توسط دانش‌آموزان

- **مرحله سوم: جمع بندی**

معلم از دانش‌آموزان می‌خواهد یافته‌های حاصل از بررسی نمونه‌های بلوری و آنچه را از بررسی بلورهای مختلف به‌دست آورده‌اند، به‌صورت خلاصه در گزارش کار خود بیان کنند.

در پایان برای تقویت توان پیش‌بینی علمی، سؤالاتی مطرح و از دانش‌آموزان درخواست می‌شود تا پیش‌بینی خود را درباره شرایط زیر بیان کنند:

۱. اگر در حین تشکیل بلور، ظرف تکان داده شود چه رخ می‌دهد؟

۲. اگر دمای محل تشکیل بلور کاهش یا افزایش یابد، چه رخ می‌دهد؟

۳. اگر به ظرفی که بلور در آن در حال تشکیل است، محلول یکسان یا غیر یکسان اضافه شود، چه رخ می‌دهد؟

در این مرحله ارائه نتیجه بررسی بلورها و اطلاعات مربوط به مهارت‌های فرآیندی به‌عنوان ارزشیابی از فعالیت آزمایشگاهی تلقی شد.

بحث و نتیجه‌گیری

در همه نظام‌های آموزشی جهان، آموزش و یادگیری علوم تجربی از اهمیت و جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. تغییر رویکردهای آموزشی، نوآوری در روش‌های تدریس و ارائه محتوا با الگوهای اثربخش، از حیاتی‌ترین برنامه‌های توسعه و پیشرفت علوم در هر جامعه محسوب می‌شود.

امروزه هرچند در آموزش اثربخش علوم تجربی با رویکرد آموزشی آزمایش محور، مشکلات و موانع متعددی وجود دارد؛ اما بی‌توجهی به انجام فعالیت‌های آزمایشگاهی در مدارس، صدمات بزرگی به آموزش وارد آورده است. نوشته‌ها و تصاویر، بخش عظیمی از اطلاعات را انتقال می‌دهند؛ اما هنگامی‌که دریافت مفاهیم علمی با انجام آزمایش همراه شود، یادگیری عمیق‌تر خواهد بود. بنابراین ضروری است توجه بیش‌تری به انجام فعالیت‌های عملی و آموزش مبتنی بر آزمایش صورت گیرد.

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 ارائه آزمایش‌های ساده، خلاق و مرتبط با زندگی روزمره دانش‌آموزان پیش رفت. آزمایش‌های خلاقانه‌ای که بتوان آن‌ها را در یک فضای نه‌چندان تخصصی، با حداقل امکانات، تجهیزات و ایمنی انجام داد. به این ترتیب دانش‌آموزان ضمن آشنایی با اصول و مفاهیم علوم تجربی و بالا بردن سواد علمی، آگاهی‌های لازم برای رسیدن به جایگاه شهروند مطلوب را کسب می‌کنند و با افزایش آگاهی و مهارت های لازم در زمینه‌های گوناگون علمی، قادر خواهند بود در زندگی خود تصمیمات آگاهانه و منطقی بگیرند. انجام آزمایش ساخت بلورهای رنگی نشان داد که انجام آزمایش در ایجاد روحیه کاوشگری بسیار موثر است. از سوی دیگر باعث تقویت مهارت‌های دستورزی در فراگیران می گردد.

در هر حال نتایج چنین تحقیقاتی می‌تواند مسئولان و کارشناسان حوزه برنامه‌ریزی تحصیلی را در جهت فـراهم کـردن امکانات و تجهیزات لازم و کافی آزمایشـگاهی در مدارس یاری رساند تا بتوانند با بسترسازی مناسب، زمینه را برای پرورش خلاقیت و پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان فراهم کنند.

منابع

آقازاده، محرم و احدیان، محمد (۱۳۸۷). راهنمای کاربردی روش‌های نوین تدریس (برای آموزش و کارآموزی). تهران: آییژ.

آقازاده، محرم (۱۳۹۰). راهنمای روش‌های نوین تدریس. تهران: آییژ.

احمدی، یاور و خدایی، علیرضا (۱۳۹۹). مروری بر اهمیت آزمایشگاه و آموزش شیمی مبتنی بر آزمایش. پژوهش در آموزش شیمی، سال دوم، شماره ۲.

بدریان، عابد و همکاران (۱۳۸۷). اعتباربخشی الگویی اثربخش برای انجام دادن فعالیت‌های آزمایشگاهی در آموزش علوم تجربی دوره متوسطه. ۲۸ فصلنامه نوآوری‌های آموزشی، سال هفتم، شماره ۲۸.

بدریان، عابد (۱۳۸۸). راهبردها و شیوه‌های نوین آموزش شیمی در مدارس. تهران: مبنای خرد.

بدریان، عابد، و کامیابی، شریف (۱۳۹۴). یاددهی و یادگیری شیمی در آزمایشگاه. تهران: مبنای خرد.

خزاعی، مریم و عمیدیان، معصومه و خراشادیزاده، مهناز (۱۳۹۵). نقش آزمایش در یادگیری مفاهیم شیمی. هشتمین کنفرانس آموزش شیمی ایران، زنجان.

دهقان بنادکی، مریم و شایق، محمدعلی (بی‌تا). تأثیر روش تدریس آزمایشـگاهی بر میـزان یادگیری دانش‌آموزان. دومین کنگره بین‌المللی توانمندسازی جامعه در حوزه مشاوره و خانواده، تعلیم و تربیت اسلامی.

شعبانی، حسن (۱۳۸۲). مهارت‌های آموزشی و پرورشی (روش‌ها و فنون تدریس). تهران: سمت.

صفوی، امان‌الله (۱۳۸۷). کلیات روش‌ها و فنون تدریس. تهران: معاصر.

میری رامشه، زهرا (۱۳۹۲). طراحی آزمایش‌های ساده و کم‌هزینه. هشتمین سمینار آموزش شیمی ایران، سمنان.

نادری، سوسن (۱۳۸۶). جایگاه و نقش آزمایشگاه در درس شیمی و شیوه‌های ارائه آن، گروه آموزش شیمی استان مرکزی.

یغما، عادل (۱۳۷۸). کاربرد روش‌ها و الگوهای تدریس (با تأکید بر نقش تکنولوژی آموزشی). تهران: مدرسه.

Basey, J., Sacket, L., Robinson, N. (۲۰۰۸). Optimal Science Lab Design: Impacts of Various Components of Lab Design on Students' Attitudes toward Lab. *International Journal for the Scholarship of Teaching & Learning*, ۲, ۱-۱۵.

Cairns D, Areepattamannil S. (۲۰۱۹). Exploring the Relations of Inquiry-Based Teaching to Science Achievement and Dispositions in ٥٤ Countries. Res Sci Educ. ٤٩(١), ١–٢٣.

Castelhano S. B. et al. (۲۰۱٦). The Importance of Experimentation in the Teaching of Sciences To Elementary School

Domin, D.S. (۱۹۹۹). A Review of laboratory instructional styles. J. Chem. Educ, ۷۶, ۵۴۳-۵۴۷.

Dunlap N., and Martin, L. J. (۲۰۱۲). Discovery-Based Labs for Organic Chemistry: Overview and Effectiveness. *ACS Symposium Series*, ۱۱۰۸, ۱-۱۱.

Feedman, M. P. (۱۹۹۷). Relationship among laboratory instruction, attitude towards science and achievement in science knowledge, Journal of Research in Science Teaching, N.۳٤: PP. ۳٤۳-۳۵۷

Fischer, C., Nguyen, H., Estrella, G., Collins, P. (۲۰۲۲). Examining lecture and inquiry-based laboratory performance for language minority students in science gateway courses. *PLoS ONE*, ۱۷(٤), e۰۲٦۷۱۸۸

Hofstein, A. (۲۰۰٤). The laboratory in chemistry education: thirty years of experience with developments, implementation, and research. Chem. Educ. Res. Pract., ۵, ۲٤۷-۲٦٤.

Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (۲۰۰٤). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. Science Education, ۸۸(۱), ۲۸-۵٤.

Leite, L., Dourado, L. (۲۰۱۳). Laboratory Activities, Science Education and Problem-solving Skills. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, ۱۰٦, ۱٦۷۷-۱٦۸٦.

Lunetta, V.N. (۱۹۹۸). The school science laboratory: Historical perspectives and context for contemporary teaching, In B. Fraser and K. Tobin (eds.), International Handbook of Science Education, pp. ۳٤۹-۲٦٤. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Monteyne, M. Cracolice, M. S. (۲۰۰٤). What's wrong with cookbooks? A reply to Ault. J *Journal of Chemical Education,* ۸۱, ۱۵۵۹-۱۵٦۰.

Sadoff, S. (۲۰۱٤). The role of experimentation in education policy, Oxford Review of Economic Policy, ۳۰(٤), ۵۹۷–٦۲۰

Sever, S., Yurumezoglu, K., & Oguz-Unver, A. (۲۰۱۰). Comparison teaching strategies of videotaped and demonstration experiments in inquirybased science education. Procedia Social and Behavioral Sciences, ۲(۲), ۵٦۱۹۵٦۲٤.

Silva, C. S., Braz, A., & Pimentel, M. F. (۲۰۱۹). Vibrational spectroscopy and chemometrics in forensic chemistry: critical review, current trends and challenges. Journal of the Brazilian Chemical Society, ۳۰, ۲۲۵۹-۲۲۹۰.

Smith, A.; Hall, E. (۱۹۰۲). *The Teaching of Chemistry and Physics in the Secondary School*. Longmans, Green: New York.

Tsaparlis G., & Gorezi, M. (۲۰۰۵). A modification of a conventional expository physical chemistry laboratory to accommodate an inquiry/project-based component: Method and students' evaluation. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, ۵, ۱۱۱–۱۳۱.

White, R.T. (۱۹۹٦). The link between laboratory and learning, International Journal of Science Education, Designing and Accrediting an Effective Model for Laboratory Activity in High School Science Education, N.۱۸, PP. ۷٦۱-۷۷٤.

Yuliani, G., Halimatul, H. S., Aisyah, S., & Widhiyanti, T. (۲۰۲۰). The Profile of Teachers' Performance in Designing Practical Chemistry Laboratory Works. In ٤th Asian Education Symposium (AES ۲۰۱۹), ۲۷۵-۲۷۸, Atlantis Press.

Review article

Research in Chemistry Education, Vol ٤, No ٤, Publication: Spring ١٤٠٢

Research in Chemistry Education

Articles published in the fourth national conference of chemical education in Iran

http://chemedu.cfu.ac.ir

Experiment-based chemistry education

Tahereh Ramezanian[١], Mahshid Golestaneh[٢*], Seyed Mohsen Mousavi[٣*]

[١] *Master's student in Chemistry Education, Farhangian University, Tehran, Iran*

[٢] *Assistant Professor, Department of Chemistry, Farhangian University, Tehran, Iran*

[٣] *Assistant Professor, Department of Chemistry, Farhangian University, Tehran, Iran*

Abstract

Experimentation is one of the ways to learn the basics and general results of science that compel students to think and ultimately learn optimally. Experiment-based education is a robust method for maintaining the visual process of teaching and principles for furthering educational objectives in chemistry. The laboratory is the complementary sector and the focus of empirical science education, which provides students with participation in science-related activities and learning the scientific method. Since most of the findings of empirical sciences are obtained through observation and implementation of experiments, therefore, the best way to effectively learn empirical sciences is to conduct experiments and live observation of scientific evidences. In the present research, at first, the role of the laboratory in the teaching of experimental sciences, including chemistry, will be discussed, the goals and approach to implementing this method will be addressed, and the views of several experts regarding the importance of laboratory teaching, the stages of the laboratory teaching method, and also separately, the ways of presenting laboratory activities, merits and limitations of this method are examined, suggestions for using this method as much as possible in schools in order to improve chemistry education are presented. In the end, the process of making colored crystals by first-secondary students is described.

Keywords: Laboratory teaching method, Experiment, Laboratory, Chemistry, Crystal

[*]Corresponding Author: (✉ ramezaniantahere٠@gmail.com)