

بررسی مقایسه‌ای انواع مدل‌های سنتی و نوین تدریس در آزمایشگاه زیست‌شناسی

حاتم احمدی^{۱*}، جبار صالح^۲

^۱ گروه آموزش زیست‌شناسی، دانشگاه فرهنگیان، صندوق پستی ۸۸۹-۱۴۶۶۵ تهران، ایران

^۲ گروه آموزش روانشناسی و مشاوره، دانشگاه فرهنگیان، صندوق پستی ۸۸۹-۱۴۶۶۵ تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۹/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۰/۱۴

چکیده

نوآوری‌های آموزشی کلید موفقیت در پروسه یاددهی-یادگیری هستند. روش‌های تدریس در آزمایشگاه، مواجهه عملی با موضوع را فراهم می‌کنند و برای آموزش برخی از موضوعات در زیست‌شناسی ضروری هستند. در این مطالعه به بررسی مقایسه‌ای انواع مدل‌های تدریس سنتی و نوین آموزش در آزمایشگاه‌های علوم زیستی پرداخته شده است. برای بررسی مقالات و کتب مرتبط با موضوع این مطالعه مروری، از کلیدواژه‌های روش‌های تدریس، آزمایشگاه و علوم زیستی در پایگاه‌های اطلاعاتی بین‌المللی پاب مد، اسکوپوس و همچنین موتور جستجوی گوگل اسکولار در سالهای اخیر تا سال ۲۰۲۵ استفاده گردید. معیار ورود به مطالعه، مقالات پژوهشی از نوع مروری و اصیل بودند. در مطالعه حاضر، مزایا و مشکلات استفاده از روش تدریس آزمایشگاهی بررسی شد. ضرورت دارد طراحان برنامه درسی و مجریان آن در دانشگاه‌ها و مدارس، ضمن در نظر گرفتن شرایط و امکانات موجود در آزمایشگاه‌ها، بهترین روش یا تلفیقی از روش‌های آزمایشگاهی را انتخاب و اجرا کنند تا شاهد پیشرفت واقعی دانشجویان و دانش‌آموزان در یادگیری مباحث درسی و بکارگیری عملی آنها باشیم.

واژگان کلیدی: روش‌های تدریس، آزمایشگاه، زیست‌شناسی

*نویسنده مسئول، پست الکترونیکی hahmadi@cfu.ac.ir

مقدمه

زمان اجرای وظایف آموزشی انحصاری توسط معلمان و ارائه صرف مطالب با بازتولید مدل‌هایی که در طول تحصیل خود با آنها مواجه می‌شدند، گذشته است. برخلاف آموزش

سنتی تحت سلطه روش‌های کلامی معلم که صرفاً برپایه حفظ مطالب توسط دانش‌آموز است، باید معلمانی را آموزش دهیم که قادر به ایجاد موقعیت‌های آموزشی جدید و بدیع

سن و مقطع تحصیلی انتخاب می‌شود. این کلاس‌ها به دانش‌آموزان می‌آموزند که چگونه آزمایش‌ها در شرایط آب و هوایی کنترل‌شده که در آن تأثیرات خارجی به حداقل می‌رسد، انجام می‌شوند. برای برگزاری این کلاس‌ها، یک آزمایشگاه نسبتاً مجهز برای مقطع مدنظر الزامی است که در آن دستورالعمل‌ها، نمایش‌ها و جلسات عملی در آزمایشگاه انجام می‌شود. این آزمایشگاه باید به گونه‌ای مجهز باشد که نیازهای دانش‌آموزان را برآورده کند. کلاسهای آزمایشگاهی اگرچه پرهزینه هستند، مشخصه الزامی آموزش در رشته‌های مبتنی بر علم و فناوری است [۵].

محققان دریافته‌اند که سطح پایین پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان در رشته‌های علوم زیستی نتیجه روش‌های تدریس ناکارآمد معلمان است [۷]. از آنجا که این رشته‌ها به طور ویژه با محیط زیست مرتبط هستند و محیط زیست مکانی طبیعی برای یادگیری دانش‌آموزان فراهم می‌کند تا روابط بین انسان با طبیعت و موجودات زنده و غیرزنده آن را درک کنند، لذا معلمان این رشته‌ها باید بر روش‌های تدریسی تمرکز کنند که به دانش‌آموزان کمک کند مفاهیم اساسی را بهتر درک کنند و مهارت‌های استدلال خود را همراه با روش‌های علمی توسعه دهند [۸]. زیست‌شناسی علمی است که نمی‌توان آن را فقط از طریق روش‌های سخنرانی و نمایشی آموزش داد. بیشتر موضوعات این علم در مورد انجام آزمایش و تجربه زنده آن است. در کلاس‌های درس امروزی، روش‌های بی‌شماری برای آموزش زیست‌شناسی مانند کلاس‌های آزمایشگاهی یا ادغام فناوری در آموزش وجود دارد. تدریس زیست‌شناسی باید ماهیت هیجان‌انگیز موضوع و محیط اطراف آن را منعکس کند. فعالیت دانش‌آموزان در دروس زیست‌شناسی باید تا حد امکان عملی و بصری باشد. لذا روش‌های آزمایشگاهی و

باشند و برای مدل‌های آموزشی متنوع و کارآمد آموزش ببینند [۱]. آموزش مدرن بر نقش فعال دانش‌آموزان در فرآیند تدریس تأکید دارد و از معلمان انتظار می‌رود که بتوانند مناسب‌ترین روش‌ها را از میان مجموعه‌ای گسترده از روش‌های تدریس انتخاب کنند [۲]. نوآوری‌های آموزشی کلید موفقیت در یادگیری هستند، زیرا می‌توان از طریق ادغام رویکردها، روش‌ها و مدل‌های یادگیری مختلف، دانش‌آموزان و دانشجویان با تراز بالاتر را تربیت کرد [۳]. با توجه به اینکه علوم تجربی بدون رویکرد آزمایشگاهی نمی‌تواند به اهداف خود برسد و تصور یادگیری علوم بدون انجام کارهای آزمایشگاهی یا میدانی دشوار است، روش‌های تدریس در آزمایشگاه، مواجهه عملی با موضوع را فراهم می‌کنند و نقش محوری در آموزش هر شاخه‌ای از علم تجربی را دارد. کار عملی و کلاس‌های آزمایشگاهی موضوع اصلی دروس علوم طبیعی و به عنوان بخش تفکیک‌ناپذیر در آموزش این دروس محسوب می‌شود. این شیوه آموزش به دانش‌آموزان، محیط یادگیری را ارائه می‌دهد که از بسیاری جهات با محیط کلاس درس سنتی متفاوت است [۴]. محیط آزمایشگاهی، محیط یادگیری مساعدتری نسبت به سالن‌های سخنرانی (به‌ویژه برای کلاس‌های بزرگ) است، زیرا موقعیت‌های واقعی مطالب آموزشی را برای دانشجویان و دانش‌آموزان فراهم می‌کند و فرصتی برای تمرین مهارت‌های حل مسئله فراهم می‌کند. در عین حال، زمان و فرصت بیشتری برای تجربه عملی، تفکر فعال و تأمل در دانش فراهم می‌شود. علاوه بر این، کار گروهی در این کلاس‌ها، دانشجویان را به تمرین مهارت‌های فردی و پرورش روحیه تیمی و رهبری تشویق می‌کند [۵]. همچنین درک عملی مفاهیم در دانش‌آموزانی که به طور فعال در انجام آزمایش‌ها شرکت می‌کنند تقویت می‌شود [۶]. در هر کلاس آزمایشگاهی، آزمایش‌ها بر اساس ویژگیهای سطح،

معیارهای ورود، جستجو، غربالگری، کدگذاری و تحلیل، ارزیابی، و سنتز طراحی شده است. در مرحله اول، مقالات و منابع مرتبط بر اساس معیارهایی مانند ارتباط مستقیم با موضوع، اعتبار علمی، انتشار در مجلات معتبر خارجی انتخاب شدند. در مرحله جستجو، از پایگاه‌های اطلاعاتی خارجی نظیر Google Scholar، ScienceDirect، pubmed و Springer استفاده شد و کلیدواژه‌های تخصصی و ترکیبی مانند «آموزش زیست‌شناسی» و «روش‌های آزمایشگاهی» به کار گرفته شدند. در مرحله غربالگری، منابع شناسایی شده بر اساس عنوان، چکیده و محتوای کامل بررسی شدند و از مجموع منابع اولیه، ۲۸ منبع پس از ارزیابی کیفیت و مرتبط بودن انتخاب شدند و از مراحل تحلیل، ارزیابی برای ارتباط مطالب کتب و مقاله‌ها با بخش‌های مختلف مقاله حاضر استفاده شد و در نهایت این مقاله مروری سنتز شد.

یافته‌ها و بحث :

مزایای استفاده از آزمایشگاه در آموزش زیست‌شناسی :

اکتشاف در آزمایشگاه صورت می‌گیرد. مهارت‌های تفکر دانش‌آموزان توسعه می‌یابد. اصول و مفاهیم بهتر درک می‌شود و کاربرد اصول در موقعیت‌های مختلف یاد گرفته می‌شود. تقریباً تمام حواس دانش‌آموز مانند چشم، گوش، بینی و دست درگیر آزمایش و یادگیری بوده و در نتیجه حداکثر بهره از یادگیری را می‌برد. خودآموزی تقویت می‌گردد. با اقدامات احتیاطی، کنجکاوی، علاقه، لذت و اعتماد به نفس دانش‌آموزان افزایش می‌یابد. استفاده از دستگاه‌ها را یاد می‌گیرند و دانش کسب شده ماهیتی دائمی و معنادار پیدامی‌کند. این روش معایب آموزش جمعی را از بین می‌برد و روحیه مشارکت و تیمی تقویت می‌گردد.

نمایش اسلاید در آموزش زیست‌شناسی بسیار مؤثر و کارآمد است. در آموزش زیست‌شناسی، مشاهده و آزمایش به عنوان روش‌های بسیار مهم مورد تأکید قرار می‌گیرند. یادگیری آگاهانه بدون اهمیت دادن به آزمایش‌ها حاصل نمی‌شود. دانش‌آموزان یادگیری را با انجام دادن از طریق آزمایش‌ها، استفاده صحیح از مواد و ابزارها، ثبت و خلاصه کردن و همچنین با ارزیابی کردن یاد می‌گیرند [۹]. زیست‌شناسی یک موضوع علمی است. لذا، این موضوع باید از طریق روش تجربی آموخته شود. برای تدریس این موضوع، آزمایشگاه‌ها ضروری هستند. بهره‌گیری از آزمایشگاه، آموزش زیست‌شناسی را معنادارتر و جالب‌تر می‌کند. در آزمایشگاه‌ها، دانش‌آموزان با حقایق و قوانین شاخه‌های مختلف زیست‌شناسی آشنا می‌شوند و صحت آنها را بررسی می‌کنند و یاد می‌گیرند که از آنها به صورت عملی استفاده کنند. در این روش، دانش‌آموزان بسیار فعال می‌شوند و خودشان یاد می‌گیرند. دانش‌آموز پاسخ مسائل مربوط به برنامه درسی را تحت راهنمایی معلم پیدا می‌کند. ارقام مشاهدات خود را یادداشت می‌کنند و بر اساس محاسبات، نتیجه‌گیری می‌کنند [۱۰]. در این راستا تحقیقات متعددی در مورد اثربخشی روش‌های مختلف تدریس در این دروس انجام شده است و در این مطالعه به بررسی مقایسه‌ای انواع مدل‌های روش‌های تدریس سنتی و نوین در آزمایشگاه‌های رشته‌های علوم زیستی پرداخته شده است.

روش‌ها

روش پژوهش حاضر کیفی و از نوع سنتزپژوهی است که با هدف بررسی مقایسه‌ای انواع مدل‌ها در تدریس آزمایشگاهی زیست‌شناسی در مدارس و دانشگاه‌ها انجام شده است. این پژوهش با بررسی پیشینه و نتایج پژوهش‌های قبلی بر پایه شش مرحله اصلی سنتزپژوهی شامل تعیین

دانش‌آموزان ضمن کار در آزمایشگاه، آموزش روش‌های علمی را نیز فرا می‌گیرند [۱۱].

مشکلات استفاده از آزمایشگاه در آموزش و پیشنهادهایی برای بهبود:

این روش هزینه‌بر است و به آزمایشگاه‌های مجهز، مواد و ابزار آزمایشگاهی و تعدادی دستگاه متناسب با نوع آزمایش و مقطع مربوطه نیاز دارد و به دلیل محدودیت‌های مالی، ممکن است برخی مدارس یا دانشگاه‌ها قادر به اجرای همه یا بخشی از این روش‌ها نباشند. بعلاوه استفاده بهینه از زمان، احتیاط در خطرات شیمیایی و فیزیکی و نیز عدم آسیب به دستگاه‌های مورد استفاده در آزمایشگاه و نیز به منظور جلوگیری از کج‌فهمی در درک مطلب، قبل از شروع آزمایش‌ها، باید دستورالعمل‌ها به درستی مطالعه و درک شود و در صورت نیاز به فراگیران کمک شود. در صورت تعداد زیادی دانش‌آموز و دانشجو در یک کلاس، می‌توان آنها را به گروه‌هایی تقسیم کرد. در آزمایشگاه نمی‌توان توجه فردی به کلاس‌هایی با تعداد دانش‌آموزان زیاد داشت. این روش برای دروس با حجم زیاد مطلب و دانش‌آموزان با سن پایین مناسب نیست [۱۲].

انواع روش‌های تدریس در آزمایشگاه بر اساس تعداد شرکت‌کنندگان:

الف. روش تدریس بر پایه سیستم انفرادی: روشی است که در آن به دانش‌آموزان اجازه داده می‌شود، آزمایش را به صورت انفرادی با دستگاه‌ها یا تجهیزات موجود انجام دهند. این روش با نسبت ۱:۱ آزمایش‌کننده و دستگاه آزمایشی اجرا می‌گردد و به دو نوع تقسیم می‌شود:

- روش همزمان: در این روش، دانش‌آموزان

آزمایش‌ها را همزمان انجام می‌دهند. با توجه به تعداد

دانش‌آموزان، باید آزمایشگاه به تمام دستگاه‌ها مجهز باشد، لذا باید همه دستگاه‌ها را در یک زمان ثابت در آزمایشگاه قرار داد. باتوجه به همزمانی انجام آزمایش‌ها و یکسانی دستگاه‌های آزمایش برای همه، مقایسه نتایج دانش‌آموزان با سایرین آسان است. آسان‌ترین روش برای مربیان آزمایشگاه است تا دستورالعمل‌هایی برای انجام آزمایش‌ها ارائه دهند. رقابت سالم بین دانش‌آموزان تشویق می‌شود. با این وصف، در این روش به تعداد زیادی دستگاه نیاز است، فضای آزمایشگاه باید بزرگ باشد و روشی هزینه‌بر است. دانش‌آموزان بی‌حوصله ممکن است نتایج دیگران را کپی کنند که نظارت و ارزیابی را با چالش روبرو می‌کند [۱۰].

- روش چرخشی: در این روش، از دانش‌آموزان

خواسته می‌شود که در یک زمان معین روی آزمایش‌های مختلف کار کنند و پس از اتمام هر آزمایش، دانش‌آموز به آزمایش بعدی مراجعه می‌کند. لذا آزمایشات به صورت چرخشی انجام می‌گیرد. نگهداری دستگاه‌ها نسبتاً آسان است. همه دانش‌آموزان این فرصت را دارند که تمام آزمایش‌های مورد نیاز را انجام دهند که در روش دیگر امکان‌پذیر نیست. معلم می‌تواند به صورت جداگانه به دانش‌آموزان رسیدگی کند. چون چند دستگاه در یک زمان مورد استفاده قرار می‌گیرد، به فضای کمتری نیاز است. با این وصف، در این روش نظارت برای معلم دشوار است و یک معلم به تنهایی نمی‌تواند از عهده مدیریت دانش‌آموزان برآید. نمی‌توان در زمان آزمایش‌ها به همه دانش‌آموزان آموزش داد. زمان مشخص برای آزمایش را نمی‌توان ثابت در نظر گرفت زیرا زمان از آزمایشی به آزمایش دیگر متفاوت است. این روش هرگز به دانش‌آموزان اجازه نمی‌دهد آزمایش را تکرار کنند زیرا به صورت چرخشی انجام می‌شود [۱۰].

ب. روش تدریس بر پایه سیستم چند نفره یا گروهی

شناخته‌شده قبلی بستگی دارد [۱۴]. بعلاوه اینکه راه‌اندازی، نظارت و نمره‌دهی این آزمایش‌ها آسان است، تمرین‌ها را می‌توان به طور مرتب در بازه‌های زمانی طول سال تحصیلی قرارداد و سؤالات دانش‌آموزان به راحتی قابل پیش‌بینی است، غالباً این مدل از تدریس موضوعات آزمایشگاهی در برنامه درسی مربوط به آزمایشگاه اجراء می‌شود. دستیاران آموزشی را می‌توان برای نظارت بر پیشرفت دانش‌آموزان قرار داد. مربی عموماً در حین تولید نتیجه آزمایش توسط دانش‌آموزان، کنترل را در دست دارد و نتایج را بررسی و مقایسه می‌کند. با این وصف، چون در بیشتر موارد آزمایش‌ها بدون تفکر انجام می‌گیرد، نتیجه آزمایش‌ها به صورت روتین کاملاً مشخص است و جزو آزمایش‌های پرسشگری باز محسوب نمی‌شوند. کمترین یادگیری معنادار مفهومی در این آزمایش‌ها صورت می‌گیرد و عموماً دانش‌آموزان علاقه‌ای به انجام این آزمایش‌ها ندارند [۱۵].

۲- آزمایش‌های کاوشگری^۲

در این روش، دانش‌آموزان با کاوش کردن یاد می‌گیرند و نقش معلم، تسهیل‌گری انجام آزمایشات است که در زمان مناسب نقایص را اصلاح و برطرف می‌کند. دانش‌آموزان همزمان با کار و انجام آزمایش‌ها، به دانش جدید دست می‌یابند. نماینده‌ی این روش، پروفسور آرمسترانگ^۳ است. به گفته‌ی او «کاوشگری روح یادگیری علم است». دانش‌آموزان باید خودشان حقایق و اصول را کشف کنند. دانش‌آموز در ابتدا شناختی از نتیجه آزمایش ندارد. او باید ضمن مطالعه متون مرتبط، آزمایش‌های متعددی انجام دهد تا اطلاعات و اصول مورد نیاز را به دست آورد [۱۶ و ۱۷]. مطالعه‌ای به منظور مقایسه روش تدریس کاوشگری با روش سنتی

در این روش به دو یا چند دانش‌آموز اجازه داده می‌شود که یک آزمایش واحد انجام دهند. در این روش به فضای بیشتری نسبت به روش معمول نیاز است، چون دو یا چند دانش‌آموز یک آزمایش واحد انجام می‌دهند یا بر روی یک دستگاه کار می‌کنند. دانش‌آموزان به صورت گروهی برای انجام آزمایش‌ها و بحث در مورد نتایج کار می‌کنند و کار تیمی و درک جمعی را ارتقا می‌دهند [۱۳]. این روش مناسب برای آزمایشگاههایی است که فضای کافی یا تعداد دستگاه کافی برای آزمایش انفرادی را ندارد. کار تیمی و همکاری در این روش توسعه می‌یابد. وقتی یک یا چند نفر در گروه درگیر آزمایش هستند، علاقه و رقابت سالم توسعه می‌یابد. زمینه برای به اشتراک گذاشتن ایده‌ها با هم‌تیمی‌ها فراهم می‌شود و دانش‌زبانی را برای به ارمغان می‌آورد. دانش‌آموزان دیرآموز از هم‌تیمی‌های خود کمک می‌گیرند و باعث ایجاد انگیزه و لذت در انجام آزمایش می‌شود. با این وصف، ممکن است کپی‌برداری از نتایج هم‌تیمی‌ها صورت گیرد. اگر یک یا دو نفر از اعضای گروه بر بقیه تسلط داشته باشند، ممکن است بقیه به حاشیه رفته و علاقه خود را از دست دهند. همچنین دستگاه‌های پیچیده و پیشرفته را نمی‌توان به گروه‌ها داد [۱۰].

انواع مدل‌های تدریس در کلاس آزمایشگاه:

۱- روش تدریس تشریحی یا سنتی^۱

آزمایش‌های تشریحی که آزمایش‌های سنتی نیز نامیده می‌شوند، هنوز هم رایج‌ترین نوع آزمایش هستند. دانش‌آموزان برای رسیدن به یک نتیجه از پیش تعیین‌شده، دستورالعمل‌های دقیق و مشخصی را دنبال می‌کنند که موفقیت آنها در آزمایش به میزان تطابق نتایج با مقدار

^۲ Exploratory experiments

^۳ Armstrong

^۱ Expository or traditional teaching method

آزمایشگاه برای تدریس برخی از مباحث منتخب زیست‌شناسی و تقویت مهارت‌های فرآیند علمی به دانش‌آموزان پایه نهم انجام دادند. برای این منظور، دانش‌آموزان به دو گروه کنترل و آزمایش تقسیم شدند. مقیاس مهارت فرآیند علمی برای دانش‌آموزان هر دو گروه اجراء شد. گروه آزمایش به مدت ۳۰ روز با روش تدریس آزمایشگاه کاوشگری و گروه کنترل با روش آزمایشگاه سنتی آموزش دیدند. پس از آموزش، مشاهده شد که دانش‌آموزانی که از طریق روش تدریس کاوشگری آموزش دیده‌اند، عملکرد بیشتری در مهارت انجام فرآیند علمی نسبت به دانش‌آموزان گروه کنترل نشان دادند. نتایج نشان داد که روش تدریس کاوشگری در آزمایشگاه در توسعه مهارت انجام فرآیند علمی در بین دانش‌آموزان علوم پایه دوره متوسطه در درس زیست‌شناسی مؤثرتر است [۱۷].

این نوع از روش تدریس برای آزمایش‌هایی هست که نتیجه از پیش تعیین‌شده‌ای ندارند. از دانش‌آموزان انتظار می‌رود فرضیه‌های خود را توسعه داده و رویه‌های خود را طراحی کنند. چنین آزمایش‌هایی تفکر عملیاتی و انتقادی را تقویت می‌کنند و به برنامه‌ریزی و تفکر بیشتر نسبت به انجام آزمایش‌های سنتی نیاز است [۱۸]. مهارت مشاهده، دقت، فعال بودن، توانایی کار سخت، علاقمندی، اعتماد به نفس، خوداتکایی و تفکر دانش‌آموزان در این روش توسعه می‌یابد. دانش به دست آمده پایدارتر است. چون کار در کلاس انجام می‌شود، نیازی به انجام تکلیف در منزل نیست. با این وصف، قبل از هرچیزی یک آزمایشگاه و یک کتابخانه خوب برای این روش مورد نیاز است. این روش برای کلاس‌های سطوح پایین‌تر و دانش‌آموزان ضعیف قابل استفاده نیست، اجرای آن برای گروه‌های بزرگتر کلاسی نیز دشوار است، هزینه بیشتری صرف می‌شود. دانش‌آموزان در نتیجه‌گیری مشکل دارند. معلم برای استفاده از این روش،

باید آمادگی ویژه‌ای داشته باشد و نسبت به روند آزمایشات هوشیار و آگاه باشد. بعلت سرعت پایین در انجام آزمایشات، کل برنامه درسی را نمی‌توان در یک بازه زمانی مشخص اجراء کرد. لذا در اجرای این روش باید واقع بین باشیم و تعداد کمی از دروس با این روش تدریس شوند [۱۰]. مربیانی که از این نوع آزمایش استفاده می‌کنند، ممکن است سازماندهی را یک مشکل جدی بدانند و دانش‌آموزان دانش کافی برای دستیابی به یک نتیجه موفق نداشته باشند. لذا ضروری است که مربیان اضطراب دانش‌آموزان را رصد کرده و به آنها کمک کنند [۱۹].

۳- آزمایش‌های مبتنی بر انجام پروژه^۱

پیشرفت‌های عظیم در علوم زیستی و فناوری در طول سال‌های گذشته، دانشمندان را ناگزیر به ایجاد تیم‌های چندرشته‌ای برای فائق آمدن بر حل مسائل پیچیده کرده است [۲۰]. دانش‌آموزان و دانشجویان در طراحی و انجام پروژه‌ها یا تحقیقات مشارکت می‌کنند و مهارت‌های تفکر انتقادی و حل مسئله را پرورش می‌دهند [۲۱]. وقتی آنها در فعالیت‌های کسب دانش مبتنی بر یادگیری فعال شرکت می‌کنند، شایستگی‌هایی مانند کار مشارکتی و گروهی، مهارت‌های ارتباطی، تفکر انتقادی، حل مسائل پیچیده، خلاقیت و وجدان اجتماعی را کسب می‌کنند [۳]. بنابراین کاربرد یادگیری مبتنی بر انجام پروژه در قالب پروژه‌هایی برای حل مسائل زیست‌شناسی مناسب است. با این وجود، دانش‌آموزان باید مراحل اجرای این روش با استفاده از رویکرد آزمایشگاهی را به درستی درک و اجراء کنند تا به آنها در مهارت‌های تفکر انتقادی و درک مفاهیم زیست‌شناسی کمک کند [۳]. این مدل از روش تدریس،

^۱ Project-based experiment

همانند روش اکتشافی برای آزمایش‌هایی هست که نتیجه از پیش تعیین‌شده‌ای ندارند [۱۸].

۴- آزمایش مبتنی بر حل مسئله^۱ (آزمایش پرسش‌گری آزاد^۲)

آزمایش‌های مبتنی بر حل مسئله، نیاز به طراحی آزمایش توسط دانشجویان دارند. این آزمایش‌ها اغلب به صورت سناریوهایی به دانشجویان ارائه می‌شوند و آنها را ملزم به برنامه‌ریزی و انجام یک یا چند آزمایش برای حل مسئله پیشنهادی می‌کند. آزمایش‌های مبتنی بر حل مسئله، که از نظر طراحی قیاسی هستند، اغلب در دوره‌های کارشناسی ارشد و در محیط‌های آزمایشگاهی دانشکده‌های پزشکی اجراء می‌شوند. این آزمایش‌ها علاقه‌مندی و مهارت‌های تفکر انتقادی را بهبود می‌بخشند، اگرچه به اطلاعات زیادی در موضوع تحقیق نیاز است و بسیار زمان‌بر هستند [۲۲]. مشارکت مربی در تصمیم‌گیری برای موفقیت این آزمایش‌ها مهم است. آزمایش‌های مبتنی بر حل مسئله، دارای یک طراحی آزمایشی هستند که توسط دانشجویان در محدوده دانش و تجربه ایجاد می‌شود [۲۲].

۵- آزمایش هدایت‌شونده^۳ (آزمایش مبتنی بر اکتشاف^۴)

در آزمایش‌های پرسشگری هدایت‌شده، مزایای آموزشی روش پرسشگری آزاد با مزایای عملی آزمایش سنتی ترکیب شده است. آزمایش پرسشگری هدایت‌شده، که به عنوان آزمایش مبتنی بر اکتشاف نیز شناخته می‌شوند، معمولاً یک

روش آزمایش‌شده را برای رسیدن به یک نتیجه از پیش تعیین‌شده اما نامشخص در اختیار دانش‌آموزان قرار می‌دهند. در نتیجه، می‌توان انتظار داشت که دانش‌آموزان در مقایسه با آزمایش‌های سنتی، پیشرفت شناختی بالاتری کسب کنند [۲۳]. مربیان علوم آگاه که مسئول برنامه‌های آزمایشگاهی دوره کارشناسی هستند، تلاش می‌کنند تا اثربخشی یادگیری در آزمایشگاه را بهبود بخشند. یادگیری هدایت‌شده با پرس‌وجو در آزمایشگاه یکی از جایگزین‌های معقول برای رویکرد تأیید یادگیری است. یادگیری هدایت‌شده با پرس‌وجو به دانشجویان این فرصت را می‌دهد که در یک محیط آزمایشگاهی کنترل‌شده، خودشان یاد بگیرند، جایی که مربی می‌تواند نتیجه را مدیریت کند و به راهنمایی دانشجویانی که با مشکل مواجه هستند، کمک کند [۲۴]. آزمایش‌های پرسشگری هدایت‌شده علاوه بر افزایش علاقه‌مندی به فعالیت در دانش‌آموزان، آنها را به تفکر عمیق‌تر ترغیب می‌کند و توانایی تفکر انتقادی آنها را افزایش می‌دهد. همانند سایر روش‌های آموزشی آزمایشگاهی، آزمایش‌های پرسشگری هدایت‌شده نیز دارای معایبی هستند. موفقیت این روش به کسب داده‌های خوب توسط دانش‌آموزان و تفسیر صحیح نتایج بستگی دارد. مشکل زمان‌بندی آزمایش‌ها و ناامیدی احتمالی دانش‌آموزان از دیگر معایب این روش است. آزمایش‌های پرسشگری هدایت‌شده زمانی بیشترین موفقیت را دارند که بر روی یک مفهوم واحد تمرکز کنند و فرصت‌هایی را برای تأمل فردی و بحث کلاسی فراهم کنند [۲۵].

۶- آزمایش‌های نمایشی^۵

باتوجه به مشکلات مالی مدارس و دانشگاه‌ها در تامین منابع لازم برای تهیه دستگاه‌ها و مواد موجود جهت انجام

¹ Problem-based experiment

² open-inquiry experiments

³ Guided experiment teaching method

⁴ discovery-based experiments

⁵ Demonstration experiments

آزمایشات در آزمایشگاه‌ها، بویژه در شرایط تحریم کشورها و نیز محدودیت زمانی و رعایت مسائل ایمنی برای انجام برخی آزمایشات در برنامه درسی، اساتید، مربیان آزمایشگاه و معلمان ناگزیر به انجام نمایشی برخی آزمایشات به نمایندگی از کلاس درس هستند. در این شرایط مربیان و معلمان آزمایش‌هایی را انجام می‌دهد در حالی که دانش‌آموزان به جای اجرای عملی آزمایش، صرفاً نظاره‌گر هستند. رویه‌های عملی یک آزمایش به سبک تحقیق با نمایش همین رویه‌ها توسط مربی جایگزین می‌شود.

۷- آزمایش‌های مجازی^۱

آزمایشگاه یکی از بهترین فرصت‌ها برای یادگیری فعال را فراهم می‌کند، زیرا کلاس‌های آزمایشگاهی برای آموزش مفاهیم از طریق یادگیری تجربی طراحی شده‌اند. اکثر جلسات آزمایشگاهی در آزمایشگاه تدریس می‌شوند. با این حال، با پیشرفت در چند رسانه‌ای و ارائه آنلاین مباحث درسی، تمام یا بخش‌هایی از جلسات آزمایشگاهی را می‌توان به صورت مجازی تدریس کرد [۲۶]. در این زمینه دانشگاه کالیفرنیا یک کتابچه راهنمای آزمایشگاه تعاملی مجازی را برای دانشجویان تهیه کرده است تا قبل از انجام تمرینات آزمایشگاهی در آزمایشگاه، آنها را از طریق شبیه‌سازی کامپیوتری تجربه کنند [۲۶]. محققان در مورد اینکه آیا آزمایشگاه‌های مجازی ابزارهای مؤثر آموزشی هستند یا خیر و اینکه آیا نیاز است این نوع آزمایش‌ها در مقوله آموزش توسعه یابند یا خیر، مطالعاتی انجام داده‌اند. یکی از کارهایی که معلمان می‌توانند با آن تصورات غلط و کج‌فهمی‌های رایج در درک مفاهیم پیچیده زیست‌شناسی را کاهش

دهند، استفاده از فناوری در آموزش و یادگیری است [۲۷ و ۵]. بیوکسِنج^۲ و همکارانش در مطالعه خود در سال ۲۰۲۲ گزارش کردند که آزمایشگاه‌های مجازی در مقوله آموزش مؤثر هستند، زیرا درک مفهومی، انگیزه و نگرش دانش‌آموزان نسبت به زیست‌شناسی را بهبود می‌بخشند. این محققین استفاده از آزمایشگاه‌های مجازی در آموزش را به عنوان ابزاری برای مشارکت فعال دانش‌آموزان در تحقیقات علمی ایمن‌تر و مقرون به صرفه‌تر توصیه کردند [۵]. مطالعات شبیه‌سازی شده و شبیه‌سازی‌های ویدیویی برای درک پدیده‌های بیولوژیکی و توسعه مهارت‌های تحلیلی کارآمد بوده و موجب تسهیل یادگیری دانش‌آموزان در زیست‌شناسی می‌شوند. کاربرد آزمایشگاه‌های مجازی و از جمله در زیست‌شناسی می‌تواند به بهبود سواد دانش‌آموزان مطابق با سیاست دیجیتالی شدن آموزشی در کشور مالزی کمک کند [۲۸]. نظرسنجی از معلمان نشان داده که برای بهبود وضعیت تحصیلی و پیشرفت در مهارت‌های فرآیند علمی و خودکارآمدی دانش‌آموزان، نیاز است آزمایشگاه‌های مجازی برای این حوزه یادگیری توسعه یابد. برای مثال استفاده از آزمایشگاه مجازی در حوزه یادگیری مباحث تغذیه و دستگاه گوارش انسان بدلیل دشواری آن برای یادگیری و تسلط دانش‌آموزان و اینکه مفاهیم اصلی آن کمتر توسط دانش‌آموزان آموخته می‌شوند، در کشور مالزی توصیه شده است [۲۸]. همچنین مباحثی همچون هموستاز، دستگاه اداری انسان، تولید مثل جنسی، رشد و نمو در انسان و حیوانات و پشتیبانی و حرکت در انسان و حیوانات،

^۱ Virtual experiments

^۲ Byukusenge

موضوعاتی مناسب در حوزه یادگیری است که می‌توان برای آموزش آنها از آزمایش مجازی بهره برد [۲۹].

نتیجه‌گیری

با توجه به ضرورت آموزش مدرن با نقش فعال فراگیران، یکی از روش‌های بسیار کارآمد در امر یاددهی و یادگیری، تدریس عملی مطالب درسی بویژه در دروس رشته‌های علوم زیستی در آزمایشگاه می‌باشد. مطالعات محققین نشان داده که تدریس در آزمایشگاه برای تبیین بهینه مباحث این دروس تاثیر مستقیم در پیشرفت تحصیلی و انگیزه آنان برای آموختن علم دارد. با این وصف، روش‌های آزمایشگاهی در زمینه آموزش دارای معایب و مشکلاتی نیز هست که باید مدیریت و برطرف گردد. مدل‌های مختلفی از تدریس در آزمایشگاه برای مباحث دروس زیست‌شناسی وجود دارد که شامل: روش تدریس تشریحی، آزمایش‌های کاوشگری، آزمایش‌های مبتنی بر انجام پروژه، آزمایش‌های مبتنی بر حل مسئله، آزمایش‌های هدایت‌شونده، آزمایش‌های نمایشی و آزمایش‌های مجازی است. هر کدام از این روش‌ها در زمینه تدریس موضوعات مرتبط با آزمایشگاه دارای مزایا و معایبی هستند. در وهله اول، ضرورت دارد طراحان برنامه درسی و در درجه دوم، مجریان این برنامه‌ها در دانشگاه‌ها و مدارس بنا به شرایط و امکانات موجود بهترین روش یا تلفیقی از روش‌های آزمایشگاهی را انتخاب و اجرا کنند تا شاهد پیشرفت واقعی دانشجویان و دانش‌آموزان در یادگیری مباحث درسی و بکارگیری عملی آنها باشیم.

سپاسگزاری

از تمامی محققین قبلی در این زمینه قدردانی می‌شود.

تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.

منابع

- [1] M. Matijević. Znanstvene kompetencije učitelja primarnogo brazovanja (ured. N. Babić), Učiteljski fakultet, Osjek, 2007.
- [2] S.S.Veselinovska, S. Kirova. The pedagogical benefits and pitfalls of applying tools for teaching and learning laboratory practices in the biological sciences. Teaching and informatics in education. 6th International Conference, Faculty of Technical Sciences, Čačak, Serbia, 28–29th, 2016.
- [3] R. Sánchez-Muñoz, M. Carrió, G. Rodríguez, N. Pérez, & A. Moyano. A hybrid strategy to develop real-life competences combining the flipped classroom, jigsaw method, and project-based learning. Journal of Biological Education, vol. 56, no. 5, pp. 540–551, 2022, DOI: 10.1080/00219266.2020.1858928.
- [4] A. Holstein, V.M. Lunetta. The role of the laboratory in science teaching: Neglected aspects of research. Review of Educational Research, vol. 52, pp. 201-217, 1982.
- [5] C.Byukusenge, F. Nsanganwimana, A.P. Tarmo. Effectiveness of Virtual Laboratories in Teaching and Learning Biology: A Review of Literature. International

- Journal of Learning. Teaching and Educational Research, vol. 21, no. 6, 2022.
- [6] D.C. Owens, T.D. Sadler, A.T. Barlow, et al. Student Motivation from and Resistance to Active Learning Rooted in Essential Science Practices. *Res Sci Educ*, vol. 50, PP. 253–277, 2020, DOI: 10.1007/s11165-017-9688-1.
- [7] A. Çimer. What makes biology learning difficult and effective: Students' views. Vol. 7, no. 3, pp. 61–71, 2012, DOI:10.5897/ERR11.205.
- [8] W. Killermann. Research into biology teaching methods. *Journal of Biological Education*, vol. 33. no. 1, pp. 4-9, 1998.
- [9] C. Gercek, & H. Soran. Determination of the Status of the Use of Experimental Method in Biology Education. *Hacettepe University Journal of Education*, vol. 29, pp. 95-102. 2005.
- [10] MM. Saroja, EMJ. Priya. Teaching of biological science. New Delhi. First Edition, 2019.
- [11] A. Lazonder, R. Harmsen. Meta-analysis of inquiry-based learning: Effects of guidance. *Review of educational research*, vol. 26, no. 9, pp. 629- 192, 2016.
- [12] H. Munandar. Analysis of the Problem in Utilizing School Laboratories in Chemistry Learning. *Advances in Social Science, Education, and Humanities Research*. 5.76. Proceedings of the 2nd International Conference on Science, Technology, and Modern Society, 2021.
- [13] J. Premo, A. Cavaghetto, W.B. Davis. Promoting Collaborative Classrooms: The Impacts of Interdependent Cooperative Learning on Undergraduate Interactions and Achievement. *CBE—Life Sciences Education*. Vol. 17, no. 2, 2018, DOI: 10.1187/cbe.17-08-0176.
- [14] M.R. Abraham, M.S. Cracolice, A.P. Graves, A.H. Aldamash, J.G. Kihega, J.G.P. Gill, V.J. Varghese. The nature and state of general chemistry laboratory courses offered by colleges and universities in the United States, *Chem Educ*, vol. 74, pp. 591-94, 1997.
- [15] H.H. Elizabeth. *The Student Laboratory and the Science Curriculum*, E. Routledge: London, pp.159–182, 1992.

- [16] A. Armstrong, S.M. Chang, M. Brickman. Cooperative Learning in Industrial-sized Biology Classes. *CBE—Life Sciences Education*, vol. 6, no. 2, 2017, DOI: 10.1187/cbe.. 06-11-0200.
- [17] M. Khan, MZ. Iqbal. Effect of Inquiry Lab Teaching Method on the Development of Scientific Skills Through the Teaching of Biology in Pakistan. *Language in India*, vol. 11. No.1, pp. 169, 2011.
- [18] W.J. Green, C. Elliott, R.H.J. Cummins." Prompted" inquiry-based learning in the introductory chemistry laboratory. *Chem. Educ*, vol. 81, pp. 239–241, 2008.
- [19] L.S. Vygotsky. *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Harvard University Press, Cambridge, MA, (1978).
- [20] N.M.V. Mejlgaard, R. Christensen, I. Strand, M. Buljan, M. Carrió, I. Cayetano, E. Giralt. "Teaching Responsible Research and Innovation: A Phronetic Perspective." *Science and Engineering Ethics*, Vol. 25 No. 2, pp. 597–615, 2018, DOI:10.1007/s11948-018-0029-1.
- [21] H. Tuaputty, S. Alimudi, I. Arini, L.N. Latupeirissa, A.K. Donkor. Project-based learning using a laboratory approach on learning outcomes and critical thinking in marine biology. *JPBI Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, Vol. 9 no. 1, pp. 103-114, 2023, DOI: 10.22219/jpbi.v9i1.24551.
- [22] J.R. Savery. *Comparative Pedagogical Models of Problem-Based Learning*. Mahnaz Moallem, Woei Hung, Nada Dabbagh, 2019. DOI: 10.1002/9781119173243.ch4.
- [23] K. Tobin, D.J. Tippins, A.J. Gallard. *Research on Instructional Strategies for Teaching Science*. In *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*. McMillan: New York, 1993.
- [24] A.M. Schoffstall, B.A. Gaddi. Incorporating guided-inquiry learning into the organic chemistry laboratory. *Journal of Chemical Education*, Vol. 8, No. 5, pp. 848-51, 2007.
- [25] G.M. Bodner, W.J.F. Hunter, R.S. Lamba. What happens when discovery laboratories are integrated into the curriculum at a large research university? *The Chemical Educator*, Vol. 3, pp. 1–21, 1993.
- [26] G.A. Maldarelli, E.M. Hartmann, P.J. Cummings, R.D. Horner, R. Shingles. Virtual lab demonstrations improve students' mastery of basic biology. *Journal of Microbiology & Biology Education*, Vol. 10, No. 1, 2009, DOI: 10.1128/jmbe.v10.99.
- [27] S. Stevi & H. Haryanto. Need Analysis of audio-visual media development to teach the digestive system for elementary school. *Journal of Educational Technology and Online Learning*, vol. 4, no. 1, pp. 22–29, 2020. DOI: 10.31681/jetol.. 672104.

[28] R. Rosli, NA. Ishak. Implementation of a virtual laboratory in biology learning to improve students' achievement, science process skills, and self-efficacy. Journal of

Education. International Journal of Education, Islamic Studies and Social Sciences Research (IJEISR), vol. 7, no.1, PP. 115 –131, 2022.

A comparative study of traditional and modern teaching models in the biology laboratory.

Ahmadi H^{1*}, Saleh J²

¹Dept of Biology Education, Farhangian University, P.O. Box 14665-889, Tehran, Iran

²Dept of Psychology and Counselling, Farhangian University, P.O. Box 14665-889, Tehran, Iran

**Corresponding author: Email:hahmadi@cfu.ac.ir*

Abstract

Educational innovations are key to success in the teaching and learning process. Laboratory teaching methods provide practical exposure to the subject and are essential for teaching some topics in biology. This study compares various traditional and modern teaching models in biological science laboratories. To review articles and books related to the topic of this review, the keywords of teaching methods, laboratory, and biological sciences in the international databases PubMed, Scopus, and Google Scholar search engine were used in recent years until 2025. The inclusion criteria for the study were review and original research articles. In the present study, the advantages and disadvantages of using the laboratory teaching method were examined. It is necessary for curriculum designers and implementers in universities and schools, while considering the conditions and facilities available in laboratories, to select and implement the best method or combination of laboratory methods in order to witness real progress of students in learning the course topics and their practical application.

Keywords: Teaching methods, laboratory, biology