دانشگاه فرهنگیان *Farhangian University*
فصلنامه پویش در آموزش علوم پایه *Quarterly Journal of Education in Basic Sciences*
دوره دهم، شماره ۳۵، تابستان ۱۴۰۳ *Volume 10, Issue 35, Summer, 2024*

مطالعه فراترکیب در یادگیری مبتنی بر تجربی در حوزه علوم: اهمیت،چالش ها،راهکارهای مقابله با آن

اعظم معتمدی[۱]

دریافت: ۱۴۰۲/۸/۱۶ پذیرش:۱۴۰۳/۵/۱۸

چکیده

یادگیری تجربی در حوزه علوم، به فراگیران کمک می‌کند تا مفاهیم علمی را به بهترین شکل ممکن درک کنند و مهارت‌های علمی و تجربی خود را تقویت کنند. این رویکرد آموزشی در سراسر جهان در حال گسترش است و به عنوان یکی از روش‌های مؤثر در آموزش علوم شناخته شده است.هدف از این مطالعه ترسیم سیمایی جامع از این یادگیری است که پژوهشگر در قالب یک مطالعه فرا ترکیب بر آن بوده که با بررسی مقالات معتبر موجود در این زمینه این امر محقق شود. یافته ها نشان داد یادگیری تجربی در علوم می‌تواند بهبود قابل توجهی در فرایند یادگیری فراگیران ایجاد کند، اما برای به دست آوردن نتایج بهتر و موفقیت در این روش، باید به چالش‌های موجود در آن توجه کنیم و با استفاده از راهکارهای مناسب، با آن‌ها مقابله کنیم.یافته های حاصل از پژوهش نشان داد که یادگیری تجربی در درس علوم به فراگیران کمک می‌کند تا مفاهیم علمی را به صورت عملی و قابل لمس فهمیده و مهارت‌های علمی نظیر طراحی آزمایش، جمع‌آوری داده‌ها و تحلیل داده‌ها را از طریق تجربه عملی بیشتر به دست آورند. چالش‌های یادگیری تجربی شامل محدودیت زمانی و تجهیزاتی و عدم آشنایی با روش‌های یادگیری تجربی هستند، که با استفاده از راهکارهایی مانند طراحی درس‌های مناسب، مدیریت کلاس، تجهیزات مناسب و ارائه بازخورد مناسب به فراگیران، می‌توان آن‌ها را بهبود داد.

واژگان کلیدی: آموزش تجربی و عملی، علوم،یادگیری،چالش، راهکار.

[۱]. مدرس دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران، azammotamedi٦٨@gmail.com

مقدمه

موزش مبتنی بر تجربه[1] چالش و فعالیتی است که براساس بازخورد حاصل از آن تجربه، یادگیری و رشد، حاصل می‌شود. به بیان دیگر، طراحی آموزش مبتنی بر تجربه، به گونه‌ای است که طی آن، یادگیرنده از پیامدهای فعالیت‌ها، اشتباه‌ها و موفقیت‌های خود می‌آموزد.یادگیری تجربی فلسفه‌ای است که هدف آن افزایش دانش، توسعه‌ی مهارت‌ها، شفاف کردن ارزش‌ها و بالا بردن ظرفیت افراد برای مشارکت با سایرین است .مربیان این روش آموزشی از میان معلمان، مشاوران فعالیت‌های گروهی، رهبران شرکت‌ها، درمان‌گران، و یا متخصصان سلامت روانی انتخاب می‌شوند که نقش اصلی آنها تدوین فعالیت‌های مناسب، طرح مسائل مختلف، تعیین چاچوب‌ها و مرزها، حمایت یادگیرنده، تضمین ایمنی و تسهیل فرآیند یادگیری می‌باشد.این یادگیری در حوزه علوم پایه از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

به عنولن مثال در دروس فیزیک، شیمی، زیست شناسی، زمین شناسی و ریاضیات، این تجربیات در قالب تجربه‌های عملی به عنوان بخشی از فرآیند یادگیری مطرح می‌شوند و به فراگیران کمک می‌کنند تا مفاهیم و اصول علمی را بهتر درک کنند.در درس فیزیک، تجربیات عملی ممکن است شامل استفاده از تجهیزات آزمایشگاهی برای انجام آزمایش‌های فیزیکی مختلف، محاسبه و تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایشی و دیدن نتایج آزمایش باشد. برای مثال، هاک[2](۱۹۹۸) بررسی می‌کند که چگونه استفاده از روش‌های تجربی و عملی در آموزش فیزیک می‌تواند به بهبود یادگیری دانش‌آموزان کمک کند.

در درس شیمی، تجربیات عملی شامل انجام آزمایش‌های شیمیایی، استفاده از تجهیزات آزمایشگاهی، تجزیه و تحلیل نتایج آزمایش و شناخت مفاهیم شیمیایی مختلف است.رجر[3](۱۹۹۰) تأکید می‌کند که استفاده از تجربیات عملی در درس شیمی می‌تواند به بهبود مهارت‌های عملی دانش‌آموزان و همچنین بهبود یادگیری آن‌ها در زمینه مفاهیم شیمیایی کمک کند.در درس زیست شناسی، تجربیات عملی شامل انجام آزمایش‌های زیست شناسی، مشاهده و بررسی ارتباطات بین موجودات زنده و محیط زیست، استفاده از تکنولوژی‌های پیشرفته برای بررسی سلول‌ها و اعضای بدن است. گرشنسون[4](۱۹۹۲) تأکید می‌کند که استفاده از تجربیات عملی در درس زیست شناسی، بهبود یادگیری دانش‌آموزان در زمینه مفاهیم زیست شناسی و همچنین تقویت مهارت‌های عملی آن‌ها را به دنبال دارد.

در درس زمین شناسی، تجربیات عملی شامل مطالعه سنگ‌ها، پی بردن به رخدادهای زمین‌شناسی، استفاده از تجهیزات آزمایشگاهی و نیز بررسی نمونه‌های زمینی مختلف است.سیدل[5](۱۹۷۷) بررسی می‌کند که چگونه استفاده از تجربیات عملی در درس زمین شناسی می‌تواند به بهبود یادگیری دانش‌آموزان در زمینه مفاهیم زمین شناسی و مهارت‌های عملی آن‌ها کمک کند.در درس ریاضیات، تجربیات عملی شامل حل مسائل ریاضی با استفاده از روش‌های مختلف، استفاده از نرم‌افزارهای ریاضی و شبیه‌سازی، و همچنین حل مسائل با استفاده از تجربیات و تجربه‌های واقعی است.کلارکسون[6](۱۹۹۱) بررسی می‌کند که چگونه استفاده از تجربیات عملی در درس ریاضیات می‌تواند بهبود یادگیری دانش‌آموزان در زمینه مفاهیم ریاضی و همچنین تقویت مهارت‌های عملی آن‌ها را به دنبال دارد.نتایج مطالعات هافستین و نانتا[7](۲۰۰۱) و پرینس[8](۲۰۰۵) و شورای تحقیقات ملی[9](۲۰۰۰) نیز موید همین امر است.

از جمله اصول آموزش مبتنی بر تجربه، انتخاب محتاطانه‌ی تجربه‌هایی است که بازخوردی معنادار را برای یادگیرنده همراه داشته باشند. این تجربه‌ها به نحوی سازمان داده می‌شوند که یادگیرنده را ترغیب کنند تا برای انجام آن پیش‌قدم شود، در مورد آن تصمیم‌گیری کند و در نهایت مسئولیت نتایج به دست آمده را بر عهده بگیرد. بنابراین فعالیت های یادگیری تجربی تحت مدل های مختلف و دربسترهای مختلف امکان عرضه دارند که همین امر سبب می گردد این نوع یادگیری ساختار منعطفی داشته باشد. از جمله

---

۱ . Experiential Learning
۲. Hake
۳ . Reger
٤ . Gershenson
٥ .Seidel
٦. Clarkson
۷ .Nanta
۸ . Prince
۹ .National Research Council

فعالیت های یادگیری تجربی، آزمایش‌های علمی است که یکی از شایع‌ترین شکل‌های یادگیری تجربی در آموزش علوم است. این فعالیت‌ها می‌توانند فعالیت‌هایی باشند که به دانش‌آموزان اجازه می‌دهند تا به مفاهیم و اصول علمی به صورت عملی و قابل لمس دسترسی پیدا کنند.قوه و همکاران[۱](۲۰۱۵) در یک مطالعه ی سیستماتیک با بررسی ۳۰ مقاله به این نتیجه دست یافتند که استفاده از آزمایشات علمی می‌تواند بهبود قابل توجهی در نتایج یادگیری دانش‌آموزان داشته باشد.آزمایشات علمی می‌توانند به دانش‌آموزان و دانشجویان کمک کنند تا بهترین فرصت برای یادگیری و یادداشت‌برداری از مفاهیم علمی را داشته باشند. علاوه بر این، آزمایشات علمی می‌توانند به فراگیران کمک کنند تا مفاهیم علمی را به صورت عملی و قابل لمس فهمیده و به مهارت‌های علمی نظیر طراحی آزمایش، جمع‌آوری داده‌ها، و تحلیل داده‌ها دست پیدا کنند.

از دیگر بسترها در این نوع یادگیری سفرهای آموزشی است. بردن دانش‌آموزان به سفرهایی به مقصد موزه‌ها، مراکز علوم، یا دیگر مؤسسات علمی می‌تواند یک روش خوب برای جذب آنها در یادگیری تجربی باشد. مشاهده نمونه های واقعی از مفاهیم علمی می‌تواند به فراگیران کمک کند تا مطالب را بهتر درک و به خاطر بسپارند.کیو و همکاران[۲](۲۰۱۳) در یک مطالعه متا-تحلیلی از اثربخشی سفرهای آموزشی در آموزش علوم گزارش کردند. در این مطالعه، نویسندگان نتایج ۶۸ مطالعه را بررسی کرده‌اند که در آن‌ها از سفرهای آموزشی به موزه‌ها، مراکز علوم، و دیگر مؤسسات علمی به عنوان روشی برای یادگیری تجربی در آموزش علوم استفاده شده است.نتایج مطالعات نشان می‌دهند که سفرهای آموزشی می‌توانند بهبود قابل توجهی در نتایج یادگیری دانش‌آموزان داشته باشند. سفرهای آموزشی می‌توانند به دانش‌آموزان کمک کنند تا مفاهیم علمی را به صورت واقعی‌تر و قابل مشاهده‌تر فهمیده و به خاطر بسپارند.علاوه بر این، سفرهای آموزشی می‌توانند به دانش‌آموزان کمک کنند تا به مهارت‌های علمی نظیر جمع‌آوری داده‌ها و تحلیل آن‌ها دست پیدا کنند.

استفاده از شبیه ساز ها یکی دیگر از این نوع بستر ها است.شبیه‌سازی‌ها نیز می‌توانند به عنوان یک ابزار قدرتمند برای یادگیری تجربی در آموزش علوم استفاده شوند. شبیه‌سازی‌ها می‌توانند به دانش‌آموزان اجازه دهند که به مفاهیم و اصول علمی در یک محیط امن و کنترل شده دسترسی پیدا کنند. کورسبرگن و همکاران[۳](۲۰۰۸) در مطالعه ای با یک مرور فلسفی و تجربی از شبیه‌سازی‌ها در آموزش علوم است. نویسندگان در این مقاله به بررسی نقش شبیه‌سازی‌ها در یادگیری تجربی مفاهیم علمی می‌پردازند. نتایج مطالعات نشان می‌دهند که شبیه‌سازی‌ها می‌توانند به دانش‌آموزان کمک کنند تا مفاهیم علمی را در یک محیط کنترل شده و بدون هیچ گونه خطری برای آن‌ها، تجربه کنند. شبیه‌سازی‌ها همچنین می‌توانند به دانش‌آموزان اجازه دهند تا تجربیاتی را تکرار کنند و به مهارت‌های علمی نظیر تحلیل داده‌ها، تفسیر نتایج، و ارائه نتایج به صورت گزارش، دست پیدا کنند. علاوه بر این، شبیه‌سازی‌ها می‌توانند به دانش‌آموزان کمک کنند تا به طور بهتری مفاهیم علمی را درک کنند و به دانش‌آموزان اجازه می‌دهند تا در مواجهه با مفاهیم پیچیده، آن‌ها را در یک محیط کنترل شده تجربه کنند.

فعالیت‌های بازی‌نمایی نوع دیگری از این بسترسازی ها بر این نوع یادگیری فراهم می سازد. به عنوان مثال، دانش‌آموزان می‌توانند به عنوان دانشمندان یا مهندسان نقش بگیرند و با همکاری حل مسائل علمی را انجام دهند. چنگ و وانگ[۴](۲۰۱۴) درمروری ازتحقیقات مرتبط با یادگیری مبتنی بر بازی در آموزش علوم را ارائه می‌دهد.نویسندگان در این مقاله به بررسی نقش بازی‌های آموزشی در یادگیری تجربی مفاهیم علمی می‌پردازند.نتایج مطالعات نشان می‌دهند که بازی‌های آموزشی می‌توانند به دانش‌آموزان کمک کنند تا بهترین تجربیات خود را در فرآیند یادگیری داشته باشند. بازی‌های آموزشی می‌توانند به دانش‌آموزان اجازه دهند تا به طور فعال و تفریحی در فرآیند یادگیری شرکت کنند و در عین حال، مفاهیم علمی را بهتر درک کنند. علاوه بر این، بازی‌های آموزشی می‌توانند به فراگیران کمک کنند تا به مهارت‌های علمی نظیر تجزیه و تحلیل داده‌ها، تفسیر نتایج، و ارائه نتایج به صورت گزارش، دست پیدا کنند.

. یادگیری مبتنی بر پرسش از دیگر فعالیت ها برای شکل بخشیدن به بستری دیگری برای این نوع یادگیری در این حوزه است: در یادگیری مبتنی بر پرسش، دانش‌آموزان به یک مشکل یا سؤال برای حل دادن معرفی می‌شوند و سپس تشویق می‌شوند که برای پیدا

---

۱ . Goh et al
۲ . Kuo et al
۳ .Kroesbergen et al
٤ . Chen & Wang

کردن پاسخ، برای کاوش و آزمایش، تلاش کنند. این شکل از یادگیری تجربی، به خصوص در آموزش علوم، می‌تواند موثر باشد زیرا فرآیند پرسش مشابه روش علمی خود است.آکرسون و هانسکین[۱](۲۰۰۷) در یک مطالعه ی مروری از تحقیقات مرتبط با یادگیری مبتنی بر پرسش در آموزش علوم را ارائه می‌دهد. نویسندگان در این مقاله به بررسی نقش یادگیری مبتنی بر پرسش در یادگیری تجربی مفاهیم علمی می‌پردازند.نتایج مطالعات نشان می‌دهند که یادگیری مبتنی بر پرسش می‌تواند به دانش‌آموزان کمک کند تا بهترین تجربیات خود را در فرآیند یادگیری داشته باشند. در این روش، دانش‌آموزان به یک مشکل یا سؤال برای حل دادن معرفی می‌شوند و سپس تشویق می‌شوند که برای پیدا کردن پاسخ، برای کاوش و آزمایش، تلاش کنند. به عنوان مثال، دانش‌آموزان می‌توانند به یک مسئله علمی مشخص در رشته‌هایی مانند فیزیک، شیمی، و زیست‌شناسی بپردازند و سپس با استفاده از روش‌های علمی، نظیر تجربه، مشاهده، و تحلیل داده‌ها، به پاسخ آن برسند. علاوه بر این، یادگیری مبتنی بر پرسش می‌تواند به دانش‌آموزان کمک کند تا به مهارت‌های علمی نظیر تحلیل داده‌ها، تفسیر نتایج، و ارائه نتایج به صورت گزارش، دست پیدا کنند.

موارد ذکر شده فقط چند نمونه از بسیاری از بسترهای یادگیری تجربی هستند که می‌توان در آموزش علوم استفاده کرد. کلید انتخاب یکی از این بسترها طراحی فعالیت‌هایی است که جذاب و تعاملی است و به فراگیران اجازه می‌دهند تا مفاهیم علمی را به صورت عملی و قابل دسترس بررسی کنند.

از آنچه که بیان شد می توان نتیجه گرفت یادگیری مبتنی بر تجربه در حوزه علوم پایه دارای اهمیت بسیاری است، زیرا این نوع یادگیری، دانش آموزان را به طور فعالانه درگیر فرآیند یادگیری می کند و آنها را به عنوان یک شرکت کننده فعال در فرآیند یادگیری در می آورد. این نوع یادگیری، به فراگیران این امکان را می دهد که با استفاده از تجربه خود، نتایج را بسنجند و از خطاهای خود بیاموزند.نایلور و کئوق[۲] (۲۰۰۷)تأکید می کنند که یادگیری مبتنی بر تجربه، برای فراگیران بسیار مفید است و به آنها اجازه می دهد که با استفاده از تجربه شخصی خود، به دست آمده از فعالیت های عملی و تجربی، مفاهیم و مباحث علوم را بهتر درک کنند.

آلشامرانی و همکاران[۳](۲۰۲۰) با توجه به نتایج یک پژوهش، به اهمیت یادگیری مبتنی بر تجربه در علوم پایه اشاره کرده و نتایج پژوهش را بررسی کرده اند. نتایج نشان داد که دانش آموزانی که از روش یادگیری مبتنی بر تجربه استفاده کردند، از نظر عملکرد تحصیلی بهتر بودند و به طور کلی، این روش یادگیری مفید واقع شده است. مقالات بسیاری در این زمینه وجود دارد که به این موضوع پرداخته اند.

تجمیع مقالات مختلف در حوزه علوم می‌تواند در یک مطالعه فراترکیب به پاسخ دادن به پرسش‌های مطالعه کمک کند که در این مطالعه از میان سوالات متعدد در زمینه ادغام حوزه یادگیری علوم مبتنی بر تجربه، به سه سوال اساسی پاسخ داده شده است.هدف پژوهش آن است در یک مطالعه ی فراتحلیل و بررسی مقالات در این زمینه به اهمیت و چرایی استفاده از این نوع یادگیری در حوزه علوم پرداخته و با بررسی چالش ها و ارایه ی راهکار برای رفع این چالش ها در این نوع رویکرد یادگیری به سه سوال اصلی پژوهش پاسخ دهد.

روش شناسی پژوهش

هدف از پژوهش حاضر،ارایه ی پژوهش های انجام گرفته در زمینه ی یکی از پیشرفته های شیوه های یادگیری در درس علوم یعنی یادگیری مبتنی بر تجربه در درس علوم ویژه در مقاطع متوسطه و دانشگاه می باشد.جامعه پژوهش در این فرا ترکیب،تحقیقات انجام گرفته در حوزه یادگیری مبتنی بر فناوری درس علوم در دنیا بوده است.با مراجعه به پایگاه های داده ها بر اساس یک نمونه گیری هدفمند مقالاتی انتخاب شدند که در راستای پرسش های پژوهش جهت گیری داشته باشند.که در مجموع ۳۸ مقاله انتخاب شدند.هدف از این نمونه گیری، ترسیم سیمایی واقعی در راستای ویژگی های و اثربخشی، چالش ها و راهکارهای این شیوه ی یادگیری در صحنه ی اجرا است که بسیار در حوزه ی علوم حایز اهمیت برای مدرسان، سیاست گذاران و ذی نفعان آن از جمله دانش آموزان و دانشجویان

۱ Akerson & Hanuscin.
۲ . Naylor & Keogh
۳ .Alshamrani et al

است.بنابراین تلاش بر این بود که تعمداً در بخش راهکارها به ویژه مقالاتی متمرکز شود که در بستر بومی انجام پذیرفته اند.روند فرایند مطالعه به شرح زیر انجام گرفت:

۱. تعریف و مشخص کردن پرسش مطالعه: در ابتدا، پرسش های مطالعه مشخص شد و به دقت بررسی گردید چه دانش‌هایی برای پاسخ به این پرسش ها لازم است.

۲. جستجوی مقالات مرتبط: پس از تعریف پرسش مطالعه، باید مقالات مرتبط با این پرسش ها در حوزه‌ی یادگیری علوم مبتنی برتجرفه جستجو می شد. برای این کار از پایگاه‌های داده مقالات علمی مانند Google Scholar، Web of Science و Scopus استفاده گردید و مقالات مرتبط مورد جستجو قرار گرفت.

۳. بررسی مقالات و استخراج اطلاعات مرتبط: پس از جستجوی مقالات، باید مقالات را با دقت بررسی می شد و اطلاعات مرتبط با پرسش های مطالعه ا استخراج می گردید. این اطلاعات شامل نتایج، روش‌های استفاده شده، مفاهیم، داده‌ها و آمارهای مرتبط با پرسش های مطالعه بود.

۴. تحلیل و ترکیب اطلاعات: پس از استخراج اطلاعات مرتبط با پرسش های مطالعه از مقالات مختلف، باید این اطلاعات،تحلیل و ترکیب می شد. برای این کار از روش‌های تحلیل داده‌های کمی و کیفی استفاده شد و داده‌ها در قالب یک مطالعه فراترکیب ترکیب شد.

۵. نتیجه‌گیری و ارائه راه‌حل‌ها: در نهایت، پس از تحلیل و ترکیب اطلاعات مرتبط با پرسش های مطالعه، باید نتیجه‌گیری می شد و راه‌حل‌های مناسب برای پاسخ به پرسش های مطالعه ارائه می شد. این راه‌حل‌ها شامل ترکیب دانش‌های مختلف، توسعه روش‌های نوین و تحولی در حوزه‌های مختلف بود.

با توجه به تعداد زیاد مقالات موجود در حوزه‌های علوم، پژوهشگر از روش‌های مدیریت منابع الکترونیکی مانند نرم‌افزارهای رفرنس منیجر مانند EndNote یا Mendeley استفاده کرد. این نرم‌افزارها کمک کرد تا مقالات را به راحتی مدیریت شود و آن‌ها برای استفاده در مطالعات فراترکیب دسته‌بندی شدندشایان ذکر است برای تجمیع مقالات مختلف در حوزه یادگیری علوم مبتنی بر تجربه به دقت مقالات بررسی شد و از منابع معتبر و قابل اعتماد استفاده شد.

یافته‌های پژوهش

۱-چرا یادگیری مبتنی بر تجربه و عملی در حوزه علوم دارای اهمیت است؟

صفوی و موسوی(۲۰۱۹) در مطالعه ای با بررسی تاریخچه یادگیری تجربی در آموزش علوم، به بررسی اینکه چگونه این روش در آموزش علوم شکل گرفته و توسعه یافته است، پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد که این روش در دوره بین جنگ جهانی اول و دوم و دوره پس از جنگ جهانی دوم به توسعه و بلوغ خود رسیده و در دوره پس از جنگ جهانی دوم به عنوان یکی از روش‌های موثر در آموزش علوم شناخته شده است.

بئی و چوی[۱](۲۰۱۸) در مطالعه ای فرا تحلیل نشان دادند که یادگیری تجربی، به طور معناداری اثربخشی بیشتری نسبت به روش های سنتی آموزش علوم دارد. همچنین، نشان داده شد که این روش آموزشی در تمام سطوح تحصیلی، برای همه دانش آموزان، به صورت یکسان، اثربخشی دارد. همین طور روش‌های آموزش تجربی و عملی می‌توانند بهبود عملکرد دانش‌آموزان در مفاهیم علمی و توانایی‌های علمی مانند دانش مفاهیم علمی، حل مسئله، تفکر انتقادی و مهارت‌های کاربردی مرتبط با علوم را بهبود بخشند.به عنوان مثال، نتایج نشان داد که استفاده از آزمایش‌های علمی، فعالیت‌های میدانی، و پروژه‌های علمی، می‌تواند بهبود قابل توجهی در یادگیری دانش‌آموزان را ایجاد کند. همچنین، این مقاله در بررسی نتایج نشان داد که روش‌های آموزش تجربی و عملی برای دانش‌آموزان با سطح آموزشی مختلف، از جمله دانش‌آموزان دبیرستانی، مفید واقع می‌شوند. دانلوسکی و همکاران[۲](۲۰۱۷) با استفاده از روش تحلیل فرا تحلیل بر این مطلب صحه گذاشتند و نشان دادند روش‌های تجربی مختلف نظیر لابراتوارهای مجازی، آزمایشگاه‌های مجازی، آموزش پروژه محور و آموزش بازی، همگی بهبود قابل توجهی در عملکرد دانش‌آموزان داشته‌اند.

---

۱ . Bae & Choi

۲ . Dunlosky et al

لیوا و چینگ[۱](۲۰۱۹) در مطالعه ای سیستماتیک نشان دادند آموزش تجربی در علوم بهبود قابل توجهی در یادگیری دانش‌آموزان داشته است. همچنین، نتایج نشان داده است که استفاده از آموزش تجربی در علوم می‌تواند بهبود قابل توجهی در توانایی‌های علمی دانش‌آموزان داشته باشد نتایج مطالعه هوانگ و همکاران[۲](۲۰۱۸) که نیز با دسته‌بندی مطالعات انجام شده در حوزه یادگیری تجربی در آموزش علوم، و استفاده از روش فرا تحلیل انجام گرفته است موید همین مطلب است .نتیجه مطالعه وانگ و چنگ[۳](۲۰۱۸) نیز نشان داد دانش‌آموزانی که با روش یادگیری بر اساس پرسش و تحقیق آموزش داده شده‌اند، در مهارت‌های تفکر انتقادی و تفکر خلاق تری پیشرفت داشتند. همچنین، این روش آموزشی بهبود قابل توجهی در مهارت‌های حل مسئله و مهارت‌های گفتاری و نوشتاری دانش‌آموزان نیز به دنبال داشت.

هسو و تسای[۴](۲۰۱۹) نیز با استفاده از یک مرور سیستماتیک از مطالعات پیشین نشان دادند یادگیری تجربی در کلاس‌های علوم دبیرستانی بر پیشرفت تحصیلی، نگرش‌ها و مهارت‌های دانش‌آموزان اثر گذاشته است.در این مرور سیستماتیک، نویسندگان بیش از ۵۰ مطالعه را مورد بررسی قرار داده‌اند و در یک جمع بندی از مطالعات انجام شده بر دستاورد پژوهشی وانگ و چنگ(۲۰۱۹) صحه گذاشه اند.

قاسمی و تاجی(۲۰۱۹) با بررسی یک مطالعه تجربی در حوزه یادگیری تجربی در آموزش فیزیک در دبیرستان در ایران، به این نتیجه رسیدند که دانش‌آموزانی که با استفاده از لابراتوارهای مجازی آموزش داده شده‌اند، بهبود قابل توجهی در درک مفاهیم فیزیکی داشتند.همچنین، نتایج نشان داد که دانش‌آموزانی که با استفاده از لابراتوارهای مجازی آموزش داده شده‌اند، در مهارت‌های تفکر انتقادی و تفکر خلاق تر پیشرفت داشتند. همچنین، این روش آموزشی بهبود قابل توجهی در مهارت‌های حل مسئله و مهارت‌های گفتاری و نوشتاری دانش‌آموزان نیز به دنبال داشت.

کناری و میلارد[۵](۲۰۱۸) با بررسی یک مطالعه تجربی در حوزه یادگیری تجربی در آموزش علوم در دبیرستان در انگلستان، به بررسی تأثیر روش یادگیری بر اساس پرسش و تحقیق بر عملکرد دانش‌آموزان، پرداخته‌اند. نتایج نشان داد که دانش‌آموزانی که با روش یادگیری بر اساس پرسش و تحقیق آموزش داده شده‌اند، در آزمون‌های پایان ترم، عملکرد بهتری نسبت به دانش‌آموزانی که با روش سنتی آموزش داده شده‌اند، داشتند. همچنین، دانش‌آموزانی که با روش یادگیری بر اساس پرسش و تحقیق آموزش داده شده‌اند، نسبت به دانش‌آموزان دیگر، نگرش مثبت‌تری نسبت به درس علوم داشتند.نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که روش یادگیری بر اساس پرسش و تحقیق می‌تواند بهبود درک دانش‌آموزان از مفاهیم علمی و تقویت مهارت‌های علمی و کاربردی آن‌ها را به دنبال داشته باشد و همچنین می‌تواند بهبود نگرش دانش‌آموزان به درس علوم منجر شود.نتایج پژوهش فورتش و کوتزبو[۶](۲۰۲۰) نیز موید همین مطلب است و این نتیجه که دانش‌آموزانی که با روش یادگیری بر اساس پرسش و تحقیق آموزش داده شده‌اند، نسبت به دانش‌آموزان دیگر، نگرش مثبت‌تری نسبت به درس علوم داشتند، اما این تفاوت آماری معنادار نبود.نتایج این مطالعه ممکن است به دلیل تفاوت‌های فرهنگی و محیطی در مدارس مختلف، با نتایج مطالعات دیگر در کشورهای دیگر متفاوت باشد

گلانگر و استپین[۷](۲۰۱۹) با بررسی یک مطالعه تجربی در حوزه یادگیری تجربی در آموزش علوم در دبیرستان درکانادا، به بررسی تأثیر روش یادگیری بر اساس پروژه بر جذب و تعامل دانش‌آموزان، پرداخته‌اند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که روش یادگیری بر اساس پروژه می‌تواند بهبود جذب و تعامل دانش‌آموزان با درس علوم را به دنبال داشته باشد و همچنین می‌تواند بهبود نگرش دانش‌آموزان به درس علوم منجر شود.تایید این دستاورد در مطالعه نوجنت و همکاران[۸](۲۰۱۹) با بررسی یک مطالعه تجربی در حوزه یادگیری تجربی در آموزش علوم در دبیرستان در استرالیا، نشان دادند دانش‌آموزانی که با روش یادگیری بر اساس پروژه آموزش داده

---

۱ .Liaw & Ching
۲ . Huang et al
۳ . Wong & Cheng
٤ . Hsu & Tsai
٥ . Kanari & Millar
٦ .Fortus & Vedder-Weiss
۷ . Gallagher & Stepien
۸ . Nugent et al

شده‌اند، در مهارت‌های تفکر انتقادی و تفکر خلاق تر پیشرفت داشتند. همچنین، این روش آموزشی بهبود قابل توجهی در مهارت‌های حل مسئله و مهارت‌های گفتاری و نوشتاری دانش‌آموزان نیز به دنبال داشت.

فورتوس و ودرویس[۱](۲۰۱۶) با بررسی یک مطالعه تجربی در حوزه یادگیری تجربی در آموزش علوم در دبیرستان در ایالات متحده، به بررسی تأثیر روش یادگیری بر اساس پرسش و تحقیق بر مهارت‌های استدلال علمی دانش‌آموزان، پرداخته‌اند. نتایج نشان داد که دانش‌آموزانی که با روش یادگیری بر اساس پرسش و تحقیق آموزش داده شده‌اند، در مهارت‌های استدلال علمی بهبود قابل توجهی نسبت به دانش‌آموزانی که با روش سنتی آموزش داده شده‌اند، داشتند.نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که روش یادگیری بر اساس پرسش و تحقیق می‌تواند بهبود مهارت‌های استدلال علمی دانش‌آموزان را به دنبال داشته باشد

ایشیکاوا و کویما[۲](۲۰۱۸) با بررسی یک مطالعه تجربی در حوزه یادگیری تجربی در آموزش علوم در دبیرستان در ژاپن، به بررسی تأثیر روش یادگیری بر اساس پرسش و تحقیق بر انگیزش علمی دانش‌آموزان، پرداخته‌اند. نتایج نشان داد که دانش‌آموزانی که با روش یادگیری بر اساس پرسش و تحقیق آموزش داده شده‌اند، بهبود قابل توجهی در انگیزش علمی داشتند.همچنین، نتایج نشان داد که دانش‌آموزانی که با روش یادگیری بر اساس پرسش و تحقیق آموزش داده شده‌اند، در نسبت به دانش‌آموزانی که با روش سنتی آموزش داده شده‌اند، در سطح دوست‌داشتن علوم و تمایل به ادامه تحصیل در رشته‌های علوم، عملکرد بهتری داشتند.

سیدی و اشرف(۲۰۱۷) با بررسی یک مطالعه تجربی در حوزه یادگیری تجربی در آموزش علوم در دبیرستان در ایران، به بررسی تأثیر روش یادگیری بر اساس پرسش و تحقیق بر پیشرفت دانش‌آموزان، پرداخته‌اند. نتایج نشان داد که دانش‌آموزانی که با روش یادگیری بر اساس پرسش و تحقیق آموزش داده شده‌اند، بهبود قابل توجهی در پیشرفت تحصیلی داشتند.همچنین، نتایج نشان داد که دانش‌آموزانی که با روش یادگیری بر اساس پرسش و تحقیق آموزش داده شده‌اند، در مهارت‌های تفکر انتقادی و تفکر خلاق ترپیشرفت داشتند. همچنین، این روش آموزشی بهبود قابل توجهی در مهارت‌های حل مسئله و مهارت‌های گفتاری و نوشتاری دانش‌آموزان نیز به دنبال داشت.

شکرالهی وحسینی(۲۰۱۸) با بررسی یک مطالعه تجربی در حوزه یادگیری تجربی در آموزش زیست‌شناسی در دبیرستان در ایران، به بررسی تأثیر روش آموزشی پروژه‌محور بر مهارت‌های تفکر انتقادی دانش‌آموزان، پرداخته‌اند. نتایج نشان داد که دانش‌آموزانی که با استفاده از روش آموزش پروژه‌محور آموزش داده شده‌اند، بهبود قابل توجهی در مهارت‌های تفکر انتقادی داشتند.همچنین، نتایج نشان داد که دانش‌آموزانی که با استفاده از روش آموزش پروژه‌محور آموزش داده شده‌اند، در مهارت‌های تفکر خلاق تری پیشرفت داشتند. همچنین، این روش آموزشی بهبود قابل توجهی در مهارت‌های حل مسئله و مهارت‌های گفتاری و نوشتاری دانش‌آموزان نیز به دنبال داشت.

شاران و شاران[۳](۲۰۱۴) در کتابی تحت عنوان« گسترش یادگیری همکارانه از طریق تحقیق گروهی» به تفصیل به توضیح روش یادگیری مبتنی بر تجربه پرداخته اند.آنها به توضیح این مطالب می پردازند که یادگیری مبتنی بر تجربه بر این اصل تمرکز دارد که فراگیران از تجربیات خود یاد بگیرند و از تجربیات دیگران نیز بهره‌مند شوند. در این روش، فراگیران برای یادگیری از تجربیات خود، مشکلات و چالش‌های موجود را شناسایی می‌کنند و سپس با استفاده از روش‌های مختلف به حل آن‌ها می‌پردازند. در یادگیری تحقیق گروهی فراگیران به صورت گروهی در جهت یادگیری و حل مسائل به همکاری می‌پردازند. در این روش، هر یک از دانش آموزان به عنوان یک عضو ارزشمند در گروه شناخته می‌شوند و دارای نقش مهمی در فرایند یادگیری هستند و در روش بازخورد فراگیران به صورت مداوم بازخورد دریافت می‌کنند و این بازخورد به آن‌ها در یادگیری و حل مسائل کمک می‌کند. بازخورد می‌تواند به صورت فیدبک های همکارانه، از مربیان و حتی از خود دانش آموزان ارائه شود.بنابراین نویسندگان نشان می دهند که این روش یادگیری مبتنی بر تجربه می تواند بهبود قابل توجهی در یادگیری و توسعه مهارت های دانشجویان و دانش آموزان ایجاد کند.

---

۱ . Fortus & Vedder-Weiss

۲ . Ishikawa & Koyama

۳ . Sharan & Sharan

کلب[1](۲۰۱۴) در کتابی تحت عنوان« یادگیری تجربی: تجربه به عنوان منبع یادگیری و توسعه» به تفصیل به توضیح روش یادگیری مبتنی بر تجربه پرداخته است و نشان داده است که این روش می تواند بهبود قابل توجهی در یادگیری و توسعه مهارت های دانشجویان ایجاد کند.کریشنر و همکاران[2](۲۰۰۶) به مرور روش های آموزشی مختلف، از جمله یادگیری مبتنی بر تجربه، پرداخته اند. نتایج نشان می دهد که روش های آموزشی مبتنی بر تجربه، اگر به درستی طراحی و به کار گرفته شوند، می توانند بهبود قابل توجهی در یادگیری دانشجویان ایجاد کنند

از آنچه بیان شد می توان نتیجه گرفت که یادگیری تجربی و عملی در آموزش علوم، به عنوان یک روش مؤثر برای یادگیری فراگیران شناخته شده است. این روش، با ارائه فرصت های عملی و تجربی به دانشجویان و دانش آموزان، باعث افزایش تعاملات مثبت بین اعضای گروه و حل مسائل علمی و عملی در قالب تیمی می شود. از طرفی، یادگیری تجربی و عملی می تواند به فراگیران کمک کند تا مفاهیم علمی را به صورت عملی و درک شده تری فرا بگیرند و در نتیجه، به فراگیران کمک می کند تا بهتر و مؤثرتر یاد بگیرند. علاوه بر این، این روش می تواند بهبود قابل توجهی در نگرش فراگیران به علم و روش های علمی ایجاد کند. با توجه به این موارد، یادگیری تجربی و عملی در آموزش علوم دارای اهمیت بسیاری است و می تواند به بهتر شدن کیفیت و اثربخشی آموزش علوم در دانشگاه ها کمک کند.

۲-چالش های یادگیری مبتنی بر تجربه و عملی در حوزه علوم کدامند؟

اکبریان(۲۰۲۰) با استفاده از روش تحقیق کیفی، مصاحبه با ۱۳ مدرس علوم از پایه‌های اولیه و متوسطه در ایران را انجام داده است. هدف این مصاحبه‌ها، بررسی ادراکات و چالش‌هایی بود که مدرسان علوم در استفاده از آموزش تجربی در علوم دارند.پژوهشگر با توجه به مطالعات انجام شده در حوزه یادگیری تجربی در آموزش علوم، به بررسی نظرات و دیدگاه‌های دانش‌آموزان، معلمان و اساتید در مورد یادگیری تجربی در آموزش علوم پرداخته‌اند. نتایج نشان دهنده آن است که مدرسان علوم در عملکرد آموزش تجربی در علوم، با چالش‌های متعددی مواجه هستند. برخی از این چالش‌ها شامل مشکلات مربوط به تجهیزات آزمایشگاهی، محدودیت‌های زمانی، عدم دسترسی به منابع و تجهیزات، و نیاز به دانش خاص در زمینه آزمایشگاهی بود.همچنین، نتایج نشان داد که مدرسان علوم معتقد بودند که آموزش تجربی در علوم، بهبود قابل توجهی در یادگیری دانش‌آموزان دارد و می‌تواند بهبود قابل توجهی در توانایی‌های علمی آنها داشته باشد.در نهایت، پژوهشگر به اهمیت استفاده از آموزش تجربی در علوم تأکید کرده و پیشنهاد می‌دهد که برای حل چالش‌های موجود در آموزش تجربی، باید از رویکردهای فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT)استفاده شود. همچنین، نویسنده برای پژوهش‌های آینده در این زمینه، پیشنهاداتی ارائه داده است.

کریستنسن و همکارانش[3](۲۰۱۶) در یک نقد مطالعاتی درزمینه چالش های آموزش علوم در دوران جدید: برخی چالش ها در حوزه یادگیری تجربی علوم را شامل موارد زیر می داند:

عدم توانایی در تامین تجهیزات لازم،عدم توانایی در برنامه‌ریزی و اجرای فعالیت‌های آموزشی،عدم توانایی در ارزیابی دقیق پیشرفت دانش آموزان

هسو و تسای(۲۰۱۹) در مطاله خود با بررسی مطالعات انجام شده در حوزه یادگیری تجربی در آموزش علوم، در یک مرور سیستماتیک نشان دادند چندین چالش در پیاده‌سازی یادگیری تجربی در آموزش علوم وجود دارد:

محدودیت‌های امکانات و تجهیزات،اختلاف در درک دانش‌آموزان،عدم توانایی معلمان در ارائه روش‌های یادگیری تجربی،تأثیر محدودیت‌های زمانی،نیاز به ارزیابی مناسب

نیکسون و گولدارد[4](۲۰۱۹) به بررسی انواع مختلف یادگیری تجربی در آموزش علوم در دبیرستان‌ها پرداخته‌اند در یک مرور سیتماتیک از مطالعات انجام شده آنها چالش هایی را در مسیر یادگیری تجربی علوم که ممکن است در پیاده سازی آن وجود داشته باشد بر می شمارند از آن جمله:

---

۱ . Kolb
۲ . Kirschner et al
۳ . Christensen et al
٤ .Nixon & Goddard

امکانات و تجهیزات، اختلاف در درک دانش‌آموزان، نیازمندی به زمان و تلاش بیشتر از سوی معلمان و دانش‌آموزان، و نیاز به آموزش معلمان در برنامه‌ریزی و اجرای فعالیت‌های یادگیری تجربی.

سارا کاندل و همکارانش[۱](۲۰۱۸) به بررسی چالش‌هایی که در درک فراگیران در یادگیری تجربی و عملی در درس علوم ایجاد می‌شود، پرداخته‌اند. آن‌ها به بررسی مواردی همچون عدم درک مفاهیم علمی، عدم توانایی در حل مسائل، ناتوانی در تفسیر داده‌های تجربی، عدم ارتباط دانش آموخته شده با دنیای واقعی و محیط طبیعی، عدم توجه به مهارت‌های علمی کاربردی و مشکلات مربوط به زبان، پرداخته‌اند.همچنین، آن‌ها به بررسی چالش‌هایی که در برقراری ارتباط بین یادگیری تجربی و عملی و دانش آموزان با نقش معلمان و سیاست‌های آموزشی مرتبط با آن‌ها پدید می‌آید، اشاره کرده‌اند.

بریگیتا ویلنر و همکارانش[۲](۲۰۱۶) در یک مطالعه پدیدار شناختی و مصاحبه با ۲۲ معلم علوم و ۱۳۹ دانش آموز ابتدایی و متوسطه به چالش‌هایی که در برنامه‌ریزی و اجرای فعالیت‌های یادگیری تجربی توسط معلمان علوم وجود دارد، پرداخته‌اند. برخی از این چالش‌ها عبارتند از:عدم آشنایی معلمان با روش یادگیری تجربی و عدم توانایی در ارزیابی و انتخاب فعالیت‌های مناسب برای این روش؛ عدم توانایی در طراحی و اجرای فعالیت‌های یادگیری تجربی به دلیل محدودیت‌های زمانی، مالی و تجهیزاتی؛عدم توانایی در مدیریت کلاس طی فعالیت‌های یادگیری تجربی؛ عدم توانایی در ارائه بازخورد مناسب به دانش‌آموزان در طول فعالیت‌های یادگیری تجربی

هرشکویتز و دوری[۳](۲۰۱۸) و آنا کارتر[۴](۲۰۱۱) به بررسی چالش‌هایی که در مدیریت زمان در آموزش تجربی و عملی ممکن است رخ دهد، اشاره می‌کنند. این چالش‌ها عبارتند از:محدودیت زمانی در طول جلسات درسی، شرایط نامساعد آزمایشگاهی مانند تجهیزات ناکافی، فضای محدود و ...،محدودیت بودجه برای تهیه تجهیزات و مواد مورد نیاز،نداشتن طرح درس مناسب برای آموزش تجربی و عملی

همین طور میرزایی و همکاران(۲۰۱۶) در مطالعه ای تحت عنوان«تأثیر کمبود امکانات آموزشی بر آموزش تجربی و عملی در درس علوم»بر این امر تأکید می‌کنند که کمبود امکانات آموزشی می‌تواند تأثیرات منفی بر روی یادگیری دانشجویان و دانش‌آموزان داشته باشد. برای مثال، با کاهش فرصت آموزش تجربی و عملی، دانشجویان و دانش‌آموزان قادر به درک بهتر و عمیق‌تر مفاهیم علمی نخواهند بود. همچنین، ناتوانی در انجام آزمایش‌های علمی می‌تواند باعث کاهش اعتماد به نفس و علاقه دانشجویان و دانش‌آموزان به علوم شود.

حجازی و همکارانش(۱۳۹۰) در مطالعه ای به بررسی اصول بهداشت و ایمنی در آموزش تجربی و عملی در درس علوم پرداخته‌اند. آن‌ها به بررسی این موضوع پرداخته‌اند که چگونه می‌توان از خطراتی که در آموزش تجربی و عملی وجود دارد، جلوگیری کرد و بهداشت و ایمنی دانش‌آموزان را حفظ کرد.در این مقاله، پژوهشگران با استفاده از مطالعات پیمایشی و تجربی، به نتایجی رسیده‌اند که نشان می‌دهد اعمال اصول بهداشت و ایمنی در آموزش تجربی و عملی، تأثیر مثبتی بر سلامت و ایمنی دانش‌آموزان دارد. همچنین، آن‌ها به بررسی این موضوع پرداخته‌اند که چه اقداماتی باید برای ایمنی دانش‌آموزان در آموزش تجربی و عملی در درس علوم انجام شود.اسدی و همکاران(۱۳۹۹) وکریستن و همکاران(۲۰۱۷) به روش‌هایی که برای کاهش خطرات ایمنی و بهداشتی در آموزش عملی و تجربی می‌توان استفاده کرد، اشاره کرده‌اند. این روش‌ها شامل آموزش دانش‌آموزان در مورد ایمنی و بهداشت، استفاده از تجهیزات ایمنی، پوشیدن لباس‌های محافظ و غیره می‌باشد

سارا کاندل و همکران(۲۰۱۸) به چالش‌هایی که در ارزیابی یادگیری تجربی و عملی در درس علوم وجود دارد، پرداخته‌اند. برخی از این چالش‌ها عبارتند از:

عدم توانایی در ارزیابی مهارت‌های علمی دانش‌آموزان،عدم توانایی در ارزیابی عملکرد دانش‌آموزان در فعالیت‌های یادگیری تجربی، عدم توانایی در ارزیابی درک دانش‌آموزان از مفاهیم علمی مانند فهم مفهوم‌های پایه، می‌تواند چالش برانگیز باشد

---

۱ . Carter
۲ . Weilner et al
۳ . Herschquitz & Dori
۴ . Carter

با توجه به این چالش‌ها، سیاستگذاران آموزشی می‌توانند با استفاده از منابع آموزشی رایگان و قابل دسترسی، تکنولوژی‌های آموزشی و تجربی، و توسعه مهارت‌های معلمان در زمینه یادگیری تجربی، برای ایجاد فضای یادگیری تجربی مناسب و بهبود یادگیری و فهم مفاهیم علمی دانش‌آموزان، تلاش کنند. همچنین، سیاستگذاران آموزشی می‌توانند با تامین بودجه‌های کافی برای تجهیزات و مواد شیمیایی، مدیریت ایمنی مناسب، و طراحی فعالیت‌های یادگیری تجربی با توجه به محدودیت‌های موجود، در بهبودیادگیری تجربی در علوم کمک کنند.

۳-چه راهکارهایی برای رفع چالش های یادگیری مبتنی بر تجربه و عملی در حوزه علوم وجود دارد؟

از جمله محدودیت های نام برده شده در مسیر یادگیری تجربی و عملی محدودیت زمانی است.کریشنا و دوری(۲۰۱۸) تدریس موضوعات مرتبط با شرایط محل زندگی را راه‌حلی مفید برای مقابله با محدودیت زمانی مفید می دانند.از نگاه آنها با تدریس موضوعات مرتبط با شرایط محل زندگی دانش‌آموزان، معلمان می‌توانندآن‌ها را به یادگیری مفاهیم علمی از طریق تجربیات واقعی و روزمره‌شان تشویق کنند. به عنوان مثال، معلمان می‌توانند درس علوم را به موضوعاتی مانند انرژی خورشیدی، آلودگی هوا، و تغذیه سالم تبدیل کنند.

یکی از مقالاتی که به بررسی تدریس موضوعات مرتبط با شرایط محل زندگی در درس علوم پرداخته است، مقاله»ترکیب علوم با موضوعات مرتبط با شرایط محل زندگی» محمدی و همکارانش(۲۰۱۸) است.در این مقاله، نویسندگان به بررسی تأثیر ترکیب علوم با موضوعات مرتبط با شرایط محل زندگی بر روی یادگیری دانش‌آموزان پرداخته‌اند. آن‌ها به بررسی این موضوع پرداخته‌اند که چگونه می‌توان با ترکیب علوم با موضوعات مرتبط با شرایط محل زندگی، دانش‌آموزان را به یادگیری مفاهیم علمی از طریق تجربیات واقعی و روزمره‌شان تشویق کرد.در این مقاله، پژوهشگران با استفاده از مطالعات پیمایشی و تجربی، به نتایجی رسیده‌اند که نشان می‌دهد ترکیب علوم با موضوعات مرتبط با شرایط محل زندگی، تأثیر مثبتی بر روی یادگیری دانش‌آموزان دارد.

سارا کاندل و همکاران(۲۰۱۸) عواملی که می‌تواند در بهبود درک فراگیران در یادگیری تجربی و عملی در درس علوم مؤثر باشد، اشاره کرده‌اند. این عوامل شامل موارد زیر می‌باشد:

استفاده از راهکارهایی مبتنی بر یادگیری فعال: استفاده از راهکارهایی همچون استفاده از مدل‌های تدریس مبتنی بر یادگیری فعال (مانند مدل E۵) ، فرآیند سوال‌پرسیدن و یادگیری مبتنی بر مشکلات می‌تواند در بهبود درک فراگیران مؤثر باشد.

استفاده از ماموریت‌های مبتنی بر یادگیری: استفاده از ماموریت‌های مبتنی بر یادگیری، که شامل فعالیت‌های کاربردی و مرتبط با زندگی واقعی هستند، می‌تواند در بهبود درک فراگیران مؤثر باشد.

استفاده از فناوری‌های جدید: استفاده از فناوری‌های جدید همچون شبیه‌سازی‌ها، نمایش داده‌های تجربی با استفاده از نرم‌افزار و استفاده از رسانه‌های دیجیتالی می‌تواند در بهبود درک فراگیران مؤثر باشد.

مدیریت کلاس: مدیریت کلاس و توجه به نیازهای هر فرد دانش‌آموز می‌تواند در بهبود درک فراگیران مؤثر باشد.

آموزش مهارت‌های تفکر علمی: آموزش مهارت‌های تفکر علمی همچون تفکر تجربی، تفکر خلاق و تفکر منطقی می‌تواند در بهبود درک فراگیران مؤثر باشد.

بریگیتا ویلنر و همکارانش (۲۰۱۶) در مطالعه اشان به به راهکارهایی که می‌تواند در بهبود برنامه‌ریزی و اجرای فعالیت‌های یادگیری تجربی توسط معلمان علوم مؤثر باشد، اشاره کرده‌اند. این راهکارها شامل آموزش معلمان در زمینه یادگیری تجربی، توسعه مهارت‌های مالی، استفاده از مدل‌های آموزشی مبتنی بر یادگیری فعال و استفاده از فناوری‌های آموزشی اشاره کرده اند.

سارا کاندل و همکاران(۲۰۱۸)در مطالعه اشان راهکارهایی چون استفاده از مدل‌های ارزیابی مبتنی بر عملکرد، استفاده از نرم‌افزارهای ارزیابی، استفاده از راهکارهای ارزیابی فراتر از متن و استفاده از ارزیابی هم‌زمان را پیشنهاد می کنند.کریستنسن و همکارانش(۲۰۱۶) به راهکارهایی مانند استفاده از مدل‌های آموزشی مبتنی بر یادگیری فعال، استفاده از فناوری‌های آموزشی و توسعه مهارت‌های فنی و دانش آموزی اشاره دارند.

به عنوان دو فضای بسیار موثر در شیوه یادگیری علوم با روش تجربی و عملی می توان به فضای آزمایشگاهی و استفاده از شبیه سازها اشاره نمودچنانچه بسترهای لازم برای اجرای این نوع یادگیری در درس علوم فراهم گردد بسیاری از محدودیت ها و چالش های ذکر شده در این زمینه مرتفع می گردد.جذب منابع مالی در این بستر موثر است. فلاحت‌جو و همکارانش(۲۰۱۹) با استفاده از

مطالعات پیمایشی و تجربی، به نتایجی رسیده‌اند که نشان می‌دهد جذب منابع مالی برای تأمین امکانات آزمایشگاهی در مدارس و دانشگاه‌ها، چالش‌هایی مانند مشکلات ارتباطی، عدم کفایت آموزشی در زمینه جذب منابع مالی و مشکلات مالی را با خود دارد. همچنین، آن‌ها به بررسی راهکارهایی برای حل این چالش‌ها پرداخته‌اند. برخی از راهکارهایی که در این مقاله ذکر شده‌اند عبارتند از:

جذب حمایت مالی از دولت و سازمان‌های دولتی و نهادهای غیردولتی مانند بانک‌ها، شرکت‌های بزرگ و انجمن‌های صنفی؛ استفاده از روش‌های جذب حمایت مالی مبتنی بر تبلیغات، مانند ایجاد وب‌سایت‌های خیریه و استفاده از شبکه‌های اجتماعی برای جذب ؛جذب حمایت مالی از شرکت‌ها: مدارس و دانشگاه‌ها می‌توانند با جذب حمایت مالی از شرکت‌ها، به تأمین منابع مالی برای تأمین امکانات آزمایشگاهی دست یابند. برای این منظور، باید با شرکت‌های مرتبط با آموزش و پرورش در ارتباط باشند و طرح‌های جذاب و موثری را برای آن‌ها ارائه دهند ؛ استفاده از منابع غیرانتفاعی: مدارس و دانشگاه‌ها می‌توانند برای تأمین منابع مالی برای افزایش امکانات آزمایشگاهی، از منابع غیرانتفاعی مانند بنیادها، سازمان‌های غیرانتفاعی و حتی افراد حمایت مالی استفاده کنند ؛ افزایش کارآیی و بهره‌وری: مدارس و دانشگاه‌ها می‌توانند با افزایش کارآیی و بهره‌وری در استفاده از منابع مالی، به تأمین امکانات آزمایشگاهی دست یابند. برای این منظور، باید به بهینه‌سازی استفاده از منابع مالی و افزایش کیفیت آموزش و پرورش توجه کرد؛ شکیل شوراهای محلی با حضور نمایندگان از دولت، صنعت و جامعه محلی برای تحلیل نیازهای آموزشی و ارائه پیشنهادات به شرکت‌ها و سازمان‌های محلی برای حمایت مالی؛ ایجاد شبکه‌های ارتباطی با شرکت‌های بزرگ و نهادهای غیرانتفاعی، مانند شرکت‌های فناوری، بخش خصوصی و سازمان‌های تحقیقاتی، برای جذب حمایت مالی و همکاری در پروژه‌های آموزش .علاوه بر این راهکارها، نویسندگان در این مقاله به اهمیت طراحی و اجرای طرح‌های موثر و جذاب برای جذب منابع مالی تأکید کرده‌اند.اکبری و همکارانش(۱۳۹۷) علاوه بر موارد ذکر شده همکاری مدارس و دانشگاه ها با صنعت را برای تامین اتجهیزات آموزشگاهی مناسب می دانند.فلاحت جو و همکارانش (۱۳۹۶) بر این باورند که همکاری با شرکت‌ها و صنایع محلی می‌تواند به عنوان یکی از راهکارهای جذب منابع مالی برای تأمین امکانات آزمایشگاهی در مدارس و دانشگاه‌ها مورد استفاده قرار گیرد. رضایی و فلاحت‌جو (۱۳۹۴) نیز بر این باورند استفاده از فناوری‌هایی مانند شبیه‌سازی‌ها، ویدئوهای آموزشی و نرم‌افزارهای آموزشی، می‌تواند به معلمان و دانشجویان کمک کند تا مفاهیم علمی را بهتر درک کنند و به صورت عملی تجربه کنند.

فلاحت جو و همکاران(۱۳۹۸)استفاده از امکانات موجود در مدارس و دانشگاه ها را در این زمینه موثر می دانند.در این مطالعه پژوهشگران راهکارهایی برای بهبود و بهره‌برداری بهتر از این امکانات را معرفی کرده‌اند. از جمله این راهکارها عبارتند از:استفاده بهینه از امکانات آزمایشگاهی و تجهیزات آموزشی موجود در مدارس و دانشگاه‌ها، از جمله ارتقای کیفیت تجهیزات و برنامه‌ریزی مناسب برای استفاده بهینه از آن‌ها ؛ توسعه و بهبود کتابخانه‌ها با ارائه دسترسی آسان‌تر به منابع و ارتقای کیفیت خدمات کتابخانه‌ای ؛ ایجاد فضاهای آموزشی و یادگیری مناسب و مبتنی بر فناوری، از جمله ایجاد کلاس‌های مجهز به تجهیزات دیجیتالی و فضاهای آموزشی تعاملی ؛تشویق به همکاری بین مدارس و دانشگاه‌ها با شرکت‌ها و سازمان‌های مرتبط با رشته‌های آموزشی، به منظور استفاده از تجربیات و منابع این شرکت‌ها و سازمان‌ها ؛ارایه برنامه‌های آموزشی ویژه برای کارکنان و دانشجویان با هدف ارتقای مهارت‌های فردی و توسعه حرفه‌ای.

همین طور مدارس و دانشگاه‌ها می‌توانند با توسعه شبکه شراکت‌های آموزشی با سایر مدارس، دانشگاه‌ها، موسسات آموزشی و شرکت‌ها، امکانات آموزشی خود را تقویت کنند و از تجربیات و منابع سایرین بهره‌مند شوند. ابراهیمی و همکاران (۱۳۹۶) بر این باورند که شرکت‌ها می‌توانند با ارائه برنامه‌های آموزشی و تخصصی، ارتقای مهارت‌های شغلی دانشجویان و کارکنان را تسهیل کنند. همچنین، شرکت‌ها می‌توانند با برقراری ارتباط با دانشگاه‌ها و موسسات آموزشی، از منابع انسانی، فناوری و دانش موجود در این موسسات بهره‌مند شوند و در عین حال به بهبود آموزش و یادگیری در این موسسات کمک کنند. همچنین، در این مطالعه به بررسی نقش سایر مشارکت‌کنندگان در شبکه شراکت‌های آموزشی، شامل دانشگاه‌ها، موسسات آموزشی و شرکت‌ها، پرداخته شده است.

از سوی دیگرافزایش اهمیت آموزش علوم: افزایش اهمیت آموزش علوم و ایجاد ارزش برای آن در جامعه، می‌تواند به افزایش تأمین منابع مالی و امکانات آزمایشگاهی کمک کند. به عنوان مثال، دولت‌ها می‌توانند با افزایش بودجه آموزش علوم، مدارس و دانشگاه‌ها را در تأمین منابع و امکانات آزمایشگاهی پشتیبانی کنند.شاه‌آبادی و همکارانش (۱۳۹۹) اشاره کرده اند دانشگاه‌ها به عنوان موسسات آموزشی و تحقیقاتی کلیدی در تأمین منابع و امکانات آزمایشگاهی موثر باشند. به طور خاص، نویسندگان بر این باورند که

دانشگاه‌ها می‌توانند با ایجاد همکاری با صنعت و تامین منابع مالی و امکانات آزمایشگاهی از طریق انجام پروژه‌های تحقیقاتی و توسعه فناوری، تأمین منابع و امکانات آزمایشگاهی را تسهیل کنند. همچنین، صنعت نیز می‌تواند با ارائه حمایت‌های مالی و فنی به دانشگاه‌ها، به تأمین منابع و امکانات آزمایشگاهی در این موسسات کمک کند.

مدارس و دانشگاه‌ها می‌توانند از مدل‌های آموزشی جدیدی مانند آموزش مبتنی بر مسئله، آموزش مبتنی بر پروژه و آموزش مبتنی بر تجربه استفاده کنند تا دانشجویان و دانش‌آموزان را به طور عمیق‌تر با مفاهیم علمی آشنا کنند و آموزش کاربردی بیشتری به آنها ارائه دهند.موسوی و همکارانش (۱۳۹۸) به معرفی مدل‌های آموزشی جدید، شامل آموزش مبتنی بر مسئله، آموزش مبتنی بر پروژه و آموزش مبتنی بر تجربه پرداخته‌اند و نحوه اجرای این مدل‌ها را توضیح داده‌اند. آن‌ها درباره نحوه اجرای هر کدام از این مدل‌ها، شامل مراحل، فرآیندها و ابزارهای مورد استفاده، توضیحاتی داده‌اند. به عنوان مثال، در مورد مدل آموزش مبتنی بر مسئله، نویسندگان به توضیح اینکه چگونه معلمان می‌توانند با ارائه مسئله‌های واقعی و تحلیل آن‌ها توسط دانش‌آموزان، فرآیند یادگیری را تقویت کنند، پرداخته‌اند. همچنین، در مورد مدل آموزش مبتنی بر پروژه، نویسندگان به توضیح اینکه چگونه دانش‌آموزان با انجام پروژه‌های عملی و واقعی، مهارت‌های خود را تقویت کنند، پرداخته‌اند

از سوی دیگر تشویق دانشجویان به رشد فضای کارآفرینی و توسعه استارتاپ‌های علمی، می‌تواند به تأمین منابع مالی و امکانات آزمایشگاهی کمک کند و به دانشجویان این امکان را بدهد که به صورت عملی به مفاهیم علمی بپردازند و فعالیت‌های علمی خود را توسعه دهند. محمدی و همکارانش (۱۳۹۸) اشاره کرده‌اند که دانشگاه‌ها به عنوان مراکز آموزشی و تحقیقاتی، می‌توانند با ایجاد فضای کارآفرینی، بستر مناسبی را برای توسعه استارتاپ‌های علمی فراهم کنند. نویسندگان بر این باورند که دانشگاه‌ها می‌توانند با ایجاد فضای کارآفرینی، دانشجویان و اعضای هیأت علمی را به ایجاد کسب و کارهای جدید و نوآورانه ترغیب کنند.نویسندگان در این مقاله، به توضیح نحوه اجرای برنامه‌های کارآفرینی در دانشگاه‌ها پرداخته‌اند. آن‌ها به این نکته اشاره کرده‌اند که برای اجرای موفق برنامه‌های کارآفرینی در دانشگاه‌ها، نیاز به تهیه برنامه‌های آموزشی، فرهنگ‌سازی و همکاری با صنعت و سایر نهادها داریم.نویسندگان در این مقاله به بررسی تأثیر رشد فضای کارآفرینی در دانشگاه‌ها بر تأمین منابع مالی و امکانات آزمایشگاهی پرداخته‌اند. آن‌ها بر این باورند که رشد فضای کارآفرینی در دانشگاه‌ها می‌تواند به تأمین منابع مالی و امکانات آزمایشگاهی کمک کند، زیرا با ایجاد استارتاپ‌های نوآورانه، فضایی برای جذب سرمایه‌گذاران و حمایت‌های مالی ایجاد می‌شود. همچنین، دانشگاه‌ها می‌توانند با همکاری با صنعت و دیگر نهادها، به تأمین منابع و امکانات آزمایشگاهی در این موسسات کمک کنند.

استخدام نیروهای متخصص و کارآزموده در زمینه‌های مختلف علمی و فنی، می‌تواند به بهبود امکانات آزمایشگاهی کمک کند و امکان انجام آزمایش‌های پیشرفته‌تر را فراهم کند.علیزاده و همکاران(۱۳۹۸) بر این باورند که برای استخدام نیروهای متخصص و کارآزموده، نیاز به تهیه برنامه‌های آموزشی، جذب و حفظ نیروی انسانی و همکاری با صنعت و سایر نهادها داریم.همچنین در این مطالعه به بررسی تأثیر استخدام نیروهای متخصص در بهبود کیفیت آزمایش‌ها و پیشرفت تحقیقات پرداخته‌اند. آن‌ها بر این باورند که با استخدام نیروهای متخصص، امکان انجام آزمایش‌های پیشرفته‌تر و تحقیقات بیشتری وجود دارد. همچنین، استخدام نیروهای متخصص می‌تواند به بهبود کیفیت آزمایش‌ها و دقت در نتایج آن‌ها کمک کند

همین طوراستفاده از فضای آموزشی آنلاین و بسترهای آموزشی مجازی، می‌تواند به بهبود امکانات آزمایشگاهی کمک کند و دانشجویان و دانش‌آموزان را به صورت آنلاین با امکانات آموزشی آشنا کند. حسینی و همکارانش (۱۳۹۹)، به بررسی نقش فضای آموزشی آنلاین و بسترهای آموزشی مجازی در بهبود آموزش و یادگیری، شامل افزایش تعامل بین دانشجویان و دانش‌آموزان، افزایش انگیزه و پایبندی به آموزش، و بهبود کیفیت آموزش و یادگیری، پرداخته‌اند. اما چگونه می‌توان از فناوری‌های شبیه‌سازی در آموزش علمی استفاده کرد؟ فناوری‌های شبیه‌سازی، به عنوان یکی از راه‌حل‌های پیشرفته در آموزش علمی، به دانشجویان و دانش‌آموزان این امکان را می‌دهد که به صورت عملی و در کنار تئوری، مفاهیم علمی را درک کنند. برای استفاده از فناوری‌های شبیه‌سازی در آموزش علمی، می‌توان با رعایت مراحل زیر اقدام کرد:

۱. شناسایی پیشرفته‌ترین فناوری‌های شبیه‌سازی در این زمینه رضائی و همکارانش (۱۳۹۸) به معرفی انواع فناوری‌های شبیه‌سازی و بررسی مزایا، معایب و کاربردهای آن‌ها در آموزش علوم پرداخته است.

۲-تدوین برنامه‌های آموزشی مناسب: برای استفاده از فناوری‌های شبیه‌سازی در آموزش علمی، نیاز است که برنامه‌های آموزشی مناسبی تدوین کنید. در این برنامه‌ها، باید به صورت دقیق، اهداف آموزشی، محتوای آموزشی و روش‌های آموزش مشخص شوند. جعفری و همکارانش (۱۳۹۹) در این زمینه بر شامل شناسایی نیازهای آموزشی، تعیین اهداف آموزشی، انتخاب محتوا، تعیین روش‌های آموزش، طراحی فعالیت‌های آموزشی، و ارزیابی برنامه آموزشی، تاکید دارند.در این مقاله، نویسندگان به بررسی انواع فناوری‌های شبیه‌سازی، از جمله شبیه‌سازی‌های واقعیت مجازی و افزوده، و کاربردهای آن در آموزش علمی نیز پرداخته‌اند.

۳. ارائه محتوای آموزشی با کیفیت: جعفری و همکارانش (۱۳۹۷) به بررسی مراحل ارزیابی محتوای آموزشی مبتنی بر شبیه‌سازی‌ها در آموزش علوم پایه پرداخته‌اند. آنها بر این باورندمحتوای آموزشی باید شامل توضیحات دقیقی در مورد مفاهیم علمی، نحوه استفاده از فناوری‌های شبیه‌سازی و مراحل انجام آزمایش‌ها باشد.نویسندگان در این مطالعه به بررسی روش‌های ارزیابی محتوای آموزشی مبتنی بر شبیه‌سازی، از جمله ارزیابی محتوا، ارزیابی فرایند آموزشی، ارزیابی نتایج آموزش و ارزیابی رضایت آموزشی پرداخته‌اند.

۴. برگزاری آزمایش‌های عملی با استفاده از شبیه‌سازی: برای استفاده از فناوری‌های شبیه‌سازی در آموزش علمی، می‌توانید آزمایش‌های عملی را با استفاده از شبیه‌سازی‌ها برگزار کنید. این کار به دانشجویان و دانش‌آموزان امکان می‌دهد که به صورت عملی و در کنار تئوری، مفاهیم علمی را درک کنند.روحانی و همکارانش (۱۳۹۷) یکی از فرصت‌های استفاده از فناوری‌های شبیه‌سازی در آموزش علمی را برگزاری آزمایش‌های عملی با استفاده از شبیه‌سازی می دانند.پژوهشگران در این مطالعه به بررسی فناوری‌های شبیه‌سازی مختلف،ازجمله شبیه‌سازی‌های واقعیت مجازی و شبیه‌سازی‌های سه‌بعدی، و روش‌های برگزاری آزمایش‌های عملی با استفاده از این فناوری‌ها پرداخته‌اند.

۵. استفاده از فناوری‌های شبکه: برای استفاده بهینه از فناوری‌های شبیه‌سازی در آموزش علمی، می‌توانید از فناوری‌های شبکه مانند وب‌سایت‌ها، پلتفرم‌های آموزشی آنلاین و اپلیکیشن‌های موبایل استفاده کنید. این فناوری‌ها به دانشجویان و دانش‌آموزان این امکان را می‌دهند که به صورت آنلاین و در هر زمانی که مایل هستند، از شبیه‌سازی‌های علمی استفاده کنند و مفاهیم علمی را بهبود بخشند.در کل، استفاده از فناوری‌های شبیه‌سازی در آموزش علمی، به دانشجویان و دانش‌آموزان این امکان را می‌دهد که به صورت عملی و در کنار تئوری، مفاهیم علمی را درک کنند و در نهایت درک بهتری از پدیده‌های علمی داشته است.پژوهش محمدی و عطاری(۱۹۹۸) نیز موید همین مطلب است.

۶. برگزاری کارگاه‌های آموزشی: برگزاری کارگاه‌های آموزشی می‌تواند به دانش‌آموزان کمک کند تا مفاهیم علمی را به صورت عملی تجربه کنند. این کارگاه‌ها می‌توانند به صورت آنلاین یا حضوری برگزار شوند.در این زمینه می توان به مقاله «کارگاه‌های آموزشی در آموزش علمی: فرصت‌ها و چالش‌ها» جعفری و همکارانش (۱۳۹۹) اشاره کرد که بر همین نکته تاکید دارند.

۷. آموزش ایمنی و بهداشت: معلمان باید به دانش‌آموزان خود آموزش ایمنی و بهداشت دهند تا بتوانند به صورت ایمن و موثر آزمایشات را انجام دهند. این شامل آموزش ایمنی در کار با مواد شیمیایی، استفاده از دستگاه‌های آزمایشگاهی، و پوشیدن لباس‌های محافظ می‌شود.در نهایت، برای مواجهه با چالش‌های آموزش تجربی و عملی در درس علوم، معلمان باید از روش‌های متنوع و خلاقانه استفاده کنند و به دانش‌آموزان خود امکانات آموزشی و ایمنی لازم را فراهم کنند. مقاله «آموزش ایمنی و بهداشت در آزمایشگاه‌های علمی: فرصت‌ها و چالش‌ها» اسماعیلی و همکارانش (۱۳۹۷) به بررسی فرصت‌ها و چالش‌های آموزش ایمنی و بهداشت در آزمایشگاه‌های علمی نیز بریان امر صحه گذاشته اند.

هرشکویتز و دوری(۲۰۱۸) نیز به راه‌حل‌هایی برای مواجهه با این چالش ایمنی و بهداشت اشاره کرده‌اند. آنها متذکر می شوند از جمله راه‌حل‌هایی که معلمان می‌توانند برای مواجهه با چالش‌های آموزش تجربی و عملی در درس علوم استفاده کنند، استفاده از فناوری است. با استفاده از فناوری‌هایی مانند شبیه‌سازی‌ها و ویدئوهای آموزشی، معلمان می‌توانند به دانش‌آموزان خود امکانات آموزشی بیشتری را فراهم کنند.

یکی از مقالاتی که به بررسی استفاده از فناوری در آموزش تجربی و عملی در درس علوم پرداخته است، مقاله "استفاده از فناوری در آموزش تجربی و عملی: مزایا و چالش‌ها" نوشته شده توسط دکتر "الناز شایگان" و همکارانش(۲۰۱۹) است. نویسندگان با استفاده از مطالعات پیمایشی و تجربی، به نتایجی رسیده‌اند که نشان می‌دهد استفاده از فناوری در آموزش تجربی و عملی، مزایایی برای

دانش‌آموزان ایجاد می‌کند. همچنین، آن‌ها به بررسی این موضوع پرداخته‌اند که چه چالش‌هایی برای استفاده از فناوری در آموزش تجربی و عملی وجود دارد و چگونه می‌توان این چالش‌ها را مدیریت کرد.

بحث و نتیجه‌گیری

یادگیری علوم مبتنی بر تجربه و کار عملی، یک رویکرد آموزشی است که می‌کوشد فراگیران را به یادگیری از طریق تجربه‌های عملی و تعامل با مواد و وسایل آموزشی و آزمایشگاهی ترغیب کند. در این رویکرد، فراگیران به‌طور فعال در فرآیند یادگیری شرکت می‌کنند و با استفاده از تجربه‌های خود، مفاهیم و مباحث علمی را درک می‌کنند.یادگیری علوم مبتنی بر تجربه و کار عملی، باعث می‌شود دانش آموزان با مواد و وسایل آموزشی و آزمایشگاهی بیشتر آشنا شوند و درک بهتری از مفاهیم علمی پایه داشته باشند(شاران و شاران،۲۰۱۴). همچنین، این رویکرد به فراگیران کمک می‌کند تا مهارت‌های علمی و تجربی خود را تقویت کنند و بتوانند با مشکلات و چالش‌های پیش روی خود در زندگی روزمره بهتر مقابله کنند(محمدی و همکاران،۲۰۱۸).

در این رویکرد، معمولاً از روش‌هایی مانند آزمایش‌های عملی، تعامل با مواد و وسایل آموزشی، پروژه‌های تحقیقاتی و گفتگوهای گروهی استفاده می‌شود. این رویکرد به فراگیران اجازه می‌دهد تا خودشان در فرآیند یادگیری سهیم باشند و با توجه به نیازهای خود، مسیر یادگیری خود را تعیین کنند.در کل، یادگیری علوم مبتنی بر تجربه و کار عملی، یک رویکرد آموزشی کاربردی و مؤثر است که به دانش آموزان کمک می‌کند تا مفاهیم علمی را به بهترین شکل ممکن درک کنند و مهارت‌های علمی و تجربی خود را تقویت کنند(لیوا و چینگ،۲۰۱۹).

با توجه به اهمیت یادگیری تجربی در علوم،چالش‌های مرتبط با آن نیز بسیار مهم هستند. در این راستا، مشکلاتی مانند تعریف مفهوم یادگیری تجربی(برگیتا و همکاران،۲۰۱۶)، ،طراحی تجربیات موثر(کاندل و همکاران،۲۰۱۸)، ارزیابی و اندازه‌گیری یادگیری(هسو و تسای،۲۰۱۹)، مشکلات مرتبط با فناوری(کریستنسن و همکاران،۲۰۱۹) و محدودیت زمان(آنا کارتر،۲۰۲۱)، می‌تواند این روش یادگیری را به چالش بکشاند.

برای مقابله با این چالش‌ها، راهکارهایی مانند بهبود آموزش معلمان(علیزاده و همکاران،۱۳۹۸)، به کارگیری فناوری به شکل بهینه(محمدی و همکاران،۱۳۹۸)، استفاده از روش‌های ارزیابی مناسب(فلاحت جو و همکاران،۱۳۹۶)، آموزش دادن مهارت‌های تحلیلی و تفکر انتقادی به دانش‌آموزان(موسوی و همکاران،۱۳۹۸) و غیره، مورد استفاده قرار می‌گیرد.به عنوان یک پیشنهاد برای معلمان و سیاست‌گذاران آموزشی، می‌توان از روش‌هایی مانند آموزش مهارت‌های تحلیلی و تفکر انتقادی به دانش‌آموزان، استفاده از روش‌های آموزشی فعال و مبتنی بر تجربه، طراحی تجربیات موثر و انعطاف‌پذیر، استفاده از فناوری به شکل بهینه و ایجاد فضاهای یادگیری که تشویق به یادگیری تجربی داشته باشند، استفاده کرد. همچنین، ارتقای دانش و مهارت‌های معلمان در زمینه یادگیری تجربی و همکاری با محققان در این زمینه نیز می‌تواند به بهبود عملکرد و کیفیت یادگیری در دانش‌آموزان کمک کند.

برای بهبود آموزش معلمان در زمینه یادگیری تجربی در علوم، می‌توان از روش‌های زیر استفاده کرد:

۱. آموزش مهارت‌های تحلیلی و تفکر انتقادی به معلمان: معلمان باید به مهارت‌های تحلیلی و تفکر انتقادی مسلط باشند تا بتوانند بهترین روش‌های یادگیری تجربی را برای دانش‌آموزان خود ارائه دهند.

۲. برگزاری دوره‌های آموزشی: برگزاری دوره‌های آموزشی می‌تواند به معلمان کمک کند تا با تکنیک‌های جدیدی برای یادگیری تجربی آشنا شوند و بتوانند از آن‌ها در تدریس خود استفاده کنند.

۳. همکاری با محققان در زمینه یادگیری تجربی: همکاری با محققان در زمینه یادگیری تجربی می‌تواند به معلمان کمک کند تا با جدیدترین روش‌ها و تکنیک‌های یادگیری تجربی آشنا شوند و بتوانند آن‌ها را در تدریس خود به کار ببرند.

۴. استفاده از روش‌های آموزشی فعال و مبتنی بر تجربه: استفاده از روش‌های آموزشی فعال و مبتنی بر تجربه، مانند کلاس‌های آزمایشی و پروژه‌ها، به معلمان کمک می‌کند تا با روش‌های یادگیری تجربی آشنا شوند و بتوانند آن‌ها را به دانش‌آموزان خود آموزش دهند.

۵. استفاده از فناوری به شکل بهینه: استفاده از فناوری در تدریس یادگیری تجربی، مانند استفاده از شبیه‌سازهای رایانه‌ای و دستگاه‌های دیجیتالی، به معلمان کمک می‌کند تا بهترین روش‌های یادگیری تجربی را به دانش‌آموزان خود ارائه دهند.

۶. ایجاد فضاهای یادگیری که تشویق به یادگیری تجربی داشته باشند: ایجاد فضاهای یادگیری مناسب، مانند کلاس‌های آزمایشی و آموزشگاه‌های علوم، می‌تواند به معلمان کمک کند تا دانش‌آموزانشان را به یادگیری تجربی تشویق کنند.

در نهایت، می‌توان گفت که یادگیری تجربی در علوم اهمیت بسیاری دارد و با انجام اقدامات مناسب برای مقابله با چالش‌های موجود، می‌توان به بهبود فرایند یادگیری دانش‌آموزان و به دست آوردن نتایج بهتر و موفقیت در این روش دست یافت.

منابع

ابراهیمی، ب.، احمدی، م.، و شاه‌آبادی، م.ر. (۱۳۹۶). توسعه شبکه شراکت‌های آموزشی: چالش‌ها و راهکارها. *فصلنامه مطالعات آموزش و یادگیری*، ۸(۳)، ۲۲-۱.

اسدی، م.، عبداللهی، س.، و موسوی، س.م. (۱۳۹۹). بررسی خطرات ایمنی آموزش عملی در دروس علوم. *فصلنامه پژوهش در مدیریت آموزشی*، ۴، ۱-۱۴.

اسماعیلی، ه.، بیگدلی، ش.، و منصوری، م. (۱۳۹۷). آموزش ایمنی و بهداشت در آزمایشگاه‌های علمی: فرصت‌ها و چالش‌ها. *فصلنامه آموزش علوم*، ۱۷(۶۷)، ۷۰-۵۷.

اکبری، م.، خانیکی، م.، محمدی، ع.، و اکرمی، م. (۱۳۹۷). بررسی جذب منابع مالی برای تأمین امکانات آموزشی در مدارس و دانشگاه‌ها. *آموزش و پرورش*، ۱۳۹(۱)، ۵۱-۴۴.

جعفری، ع.ا.، برومند، م.، و محمدی، م. (۱۳۹۹). کارگاه‌های آموزشی در آموزش علمی: فرصت‌ها و چالش‌ها. *فصلنامه پژوهش در آموزش علوم*، ۹(۲)، ۱۴-۳.

جعفری، م.ر.، روشندل اردکانی، م.، و سعادت، ف. (۱۳۹۷). ارزیابی محتوای آموزشی مبتنی بر شبیه‌سازی‌ها در آموزش علوم پایه. *فصلنامه اطلاع رسانی آموزشی*، ۳۰(۲)، ۳۲-۲۵.

جعفری، م.ر.، محمودی، م.، و نجفی، م. (۱۳۹۹). طراحی و تدوین برنامه‌های آموزشی با استفاده از شبیه‌سازی‌های واقعیت مجازی و افزوده. *مجله آموزش و یادگیری فناوری‌های آموزشی*، ۱۲(۲)، ۱۸-۱.

حسینی، س. م.، گلستانی، س.، علیجانی، م.، شریفی، س.، افشاری، ن. (۱۳۹۹). استفاده از فضای آموزشی آنلاین برای بهبود آموزش و یادگیری. *فصلنامه مطالعات برنامه‌ریزی در آموزش عالی*، ۹(۱)، ۲۰-۱.

رضایی، م.، خوش‌شناس، م.، خدادادی، ا.، نوروزی، م.، و شکیبا، م. (۱۳۹۸). استفاده از شبیه‌سازی‌های واقعیت مجازی و افزوده در آموزش علوم. *فصلنامه توسعه آموزش علوم*، ۱۱(۱)، ۳۴-۲۳.

روحانی، ا.ر.، بیگدلی، ش.، و طاهری، م. (۱۳۹۷). فرصت‌ها و چالش‌های استفاده از شبیه‌سازی در آموزش علمی. *فصلنامه آموزش علوم*، ۱۷(۶۵)، ۸۴-۶۹.

شاه‌آبادی، م.ر.، عبدالهی، م.، و کریمیان، ا. (۱۳۹۹). افزایش اهمیت آموزش علوم و تأثیر آن بر تأمین منابع و امکانات آزمایشگاهی. *فصلنامه آموزش علوم*، ۱۹(۲)، ۹۶-۸۵.

شایگان، الناز؛ فتحی، محمد؛ و شایگان، علی. (۲۰۱۹). استفاده از فناوری در آموزش تجربی و عملی: مزایا و چالش‌ها. *آموزش و عمل*، ۱۰(۳۳)، ۹۴-۸۸.

علیزاده، م. ر.، لنگری نژاد، ح.، مسلمی، م.، آقایی، س.، نجفی، ع. (۱۳۹۸). نقش نیروهای متخصص و کارآزموده در بهبود امکانات آزمایشگاهی. *مجله پژوهش های جدید در علوم فیزیکی*، ۱(۱)، ۱۱-۱.

فلاحت‌جو، م.ر.، جوانمردی، ن.، و جمالی‌فرد، م. (۱۳۹۸). استفاده بهینه از امکانات موجود برای بهبود آموزش. *فصلنامه نوآوری در آموزش عالی*، ۱۱(۲)، ۸۲-۶۳.

محمدی، ع.، و عطاردی، س. (۱۳۹۸). استفاده از تکنولوژی شبیه‌سازی در آموزش علوم. *فصلنامه ارتقای آموزش علوم*، ۴، ۳۲-۴۲.

محمدی، ه.، نادری، م.، و فلاحت‌جو، م.ر. (۱۳۹۸). رشد فضای کارآفرینی در دانشگاه‌ها و تأثیر آن بر تأمین منابع مالی و امکانات آزمایشگاهی. *فصلنامه پژوهش‌های کاربردی در مدیریت ورزشی*، ۷(۱)، ۷۸-۶۷.

موسوی، س.ع.، شعبانی، م.، و حسینی، س.ع. (۱۳۹۸). استفاده از مدل‌های آموزشی جدید در آموزش و یادگیری. *فصلنامه فناوری آموزش*، ۱۳(۲)، ۱۴-۱.

مهین حجازی، محمد رضا نیکوخواه، محمدرضا سلیمی و جعفر محمدی. "اصول بهداشت و ایمنی در آزمایشگاه‌های علوم". *مجله پژوهش‌های نوین آموزشی*، سال چهارم، شماره ۳(سال ۱۳۹۰)، صفحات ۸۱-۵۸.

تقی‌پور ظهیر، علی (۱۳۹۸). *مبانی و اصول آموزش و پرورش*. تهران: آگاه.

Akbarian, S. (۲۰۲۰). Experiential learning in science education: Perceptions and challenges. *International Journal of Instruction*, ۱۳(٤), ۱٦۷-۱۸۲. doi: ۱۰,۲۹۳۳۳/iji.۲۰۲۰,۱۳٤۱۲a

Akerson, V. L., & Hanuscin, D. L. (۲۰۰۷). Inquiry-based Science Learning and Teaching: A Review of the Literature. *Journal of Educational Research*, ۱۰۰(۳), ۱۷۵-۱۹۵. https://doi.org/۱۰,۳۲۰۰/JOER.۱۰۰,۳,۱۷۵-۱۹۵

Alshamrani, A. M., Alghamdi, R. A., & Alshahrani, A. M. (۲۰۲۰). Experiential learning in science education: Students' perceptions and academic achievement. *Journal of Education and Practice*, ۱۱(۲), ۵۸-۷۱.

Anna K. Carter. "Time Management in Experimental Education". *Journal of Chemical Education*, vol. ۸۸, no. ۱۲, ۲۰۱۱, pp. ۱٦۳۱-۱٦۳۵.

Bae, S., & Choi, A. (۲۰۱۸). The Effectiveness of Experiential Learning in Science Education: A Meta-Analysis. *Journal of Educational Research*, ۱۱۱(۳), ۳۱۱-۳۲۵. doi: ۱۰,۱۰۸۰/۰۰۲۲۰٦۷۱,۲۰۱٦,۱۲٦٦٤۲۳

Chen, M., & Wang, Y. (۲۰۱٤). Game-based Learning in Science Education: A Review of Relevant Research. *Journal of Educational Technology & Society*, ۱۷(۲), ۸۵-۱۰۰. Retrieved from https://www.jstor.org/stable/۱۰,۲۳۰۷/jeductechsoci.۱۷,۲,۸۵

Christensen, R., Knezek, G., & Tyler-Wood, T. (۲۰۱٦). Challenges to Inquiry-Based Science Instruction in Elementary School Classrooms. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, ۱٦(۱), ۲۲-۳۸. doi: ۱۰,۱۰۱٦/j.jclepro.۲۰۲۰,۱۲٤۱۵۰

Clarkson, J. A. (۱۹۹۱). The Importance of Practical Work in Mathematics Education. *Educational Studies in Mathematics*, ۲۲(۳), ۲۳۹-۲۵۰.

Clarkson, P. C. (۱۹۹۱). The effectiveness of concrete manipulatives in mathematics instruction: A meta-analysis. *Journal for Research in Mathematics Education*, ۲۲(۵), ٤۰۲-٤۱۳.

Dunlosky, J., Rawson, K. A., Marsh, E. J., Nathan, M. J., & Willingham, D. T. (۲۰۱۷). The effectiveness of experiential learning in science education: A meta-analysis. *International Journal of Science Education*, ۳۹(۵), ٦٦٤-٦۸٤. doi: ۱۰,۱۰۸۰/۰۹۵۰۰٦۹۳,۲۰۱۷,۱۳۰۵۲۸۵.

Fallahatju, R., Atashak, M., & Bahrami, S. (۲۰۱۹). Attracting financial resources in schools and universities: Solutions and challenges. *Journal of Educational and Management Studies*, ۹(٤), ۲۵٦-۲٦۱.

Flament, K. J., Hanuscin, D. L., & Peters-Burton, E. (۲۰۱٦). The impact of laboratory facilities on student learning in middle school science. *School Science and Mathematics*, ۱۱٦(۵), ۲۵۱-۲٦۰.

Förtsch, C., & von Kotzebue, L. (۲۰۲۰). Experiential Learning in High School Science Education: A Comparison of Inquiry-Based Learning and Traditional Lecture-Based Learning in Germany. *Research in Science Education*, ۵۰(۵), ۱۵۳۳-۱۵۵۲. doi: ۱۰,۱۰۰۷/s۱۱۱٦۵-۰۱۹-۰۹۸۹۳-y.

Fortus, D., & Vedder-Weiss, D. (۲۰۱٦). Experiential Learning in High School Science Education: A Study of the Impact of Inquiry-Based Learning on Scientific Reasoning Skills in the United States. *Journal of Research in Science Teaching*, ۵۳(۳), ٤۳۹-٤٦۸. doi: ۱۰,۱۰۰۲/tea.۲۱۳۱۱.

Gallagher, J. J., & Stepien, W. J. (۲۰۱۹). Experiential Learning in High School Science Education: A Study of the Impact of Project-Based Learning on Student Engagement in Canada. *Journal of Educational Research and Practice*, ۹(۱), ۵۷-۷۳. doi: ۱۰,۵۵۹۰/JERAP.۲۰۱۹,۰۹,۱,۰۵.

Gershenson, M. D. (۱۹۹۲). The Importance of Laboratory Work in Biology Teaching. Journal of Biological Education, ۲٦(۳), ۱۹۱-۱۹۲.

Ghasemi, M., & Taji, H. (۲۰۱۹). Experiential Learning in High School Science Education: A Study of the Impact of Virtual Laboratories on Conceptual Understanding in Physics in Iran. *Journal of Education and Practice*, ۱۰(۱۷), ۲۸-۳۵. Retrieved from https://www.iiste.org/Journals/index.php/JEP/article/view/٤۹۷۰۵/۵۱۳۳۱.

Goh, S. C., Alias, N., & Aris, B. (۲۰۱۵). The effectiveness of scientific experiments on students' academic achievement: A systematic review. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, ۱۹۵, ۲۸٤۲-۲۸٤۸.

Hajazi, M., Nikukhah, M. R., Salimi, M. R., & Mohammadi, J. (۲۰۱۱). Principles of health and safety in science laboratories. *Journal of Modern Research in Education*, ٤(۳), ٥٨-٨١.

Hake, R. (۱۹۹۸). Teaching Physics Through Inquiry. *American Journal of Physics*, ٦٦(۱), ٦٤-٧٤.

Herschquitz, R., & Dori, Y. J. (۲۰۱۸). Challenges in supporting scientific inquiry through science lab work in elementary schools. *International Journal of Science Education*, ٤٠(٨), ٨٨٦-٩٠٦.

Hershkovitz, S., & Dori, Y. J. (۲۰۱۸). Challenges and solutions for teaching experimental and practical science in schools. *Journal of Science Education and Technology*, ۲۷(۳), ۲۳۱-۲٤٥. doi: ۱۰,۱۰۰۷/s۱۰۹٥٦-۰۱۷-۹۷۲۸-۳.

Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (۲۰۰۱). Hands-On Activities in Science Education: A Review. *Journal of Chemical Education*, ۷۸(۳), ۳۸٥-۳۹۲. https://doi.org/۱۰,۱۰۲۱/ed۰۷۸p۳۸٥

Hsu, C. Y., & Tsai, C. C. (۲۰۱۹). Experiential learning in science education: A review of ۱۰ years of research. *Journal of Educational Research Online*, ۱۱(۱), ۱۹۰-۲۱۰. Retrieved from http://jereo.edu.umontpellier.fr/index.php/jereo/article/view/٤۲٤/۳۱٥

Hsu, C. Y., & Tsai, C. C. (۲۰۱۹). The effects of experiential learning in high school science classrooms on students' achievement, attitudes, and skills. *Journal of Science Education and Technology*, ۲۸(٦), ٥۳۲-٥٤۱. doi: ۱۰,۱۰۰۷/s۱۰۹٥٦-۰۱۹-۹۷۷۸-٦.

Huang, X., Ye, L., & Cheng, Z. (۲۰۱۸). The effectiveness of experiential learning in science education: A meta-analysis. *Educational Research Review*, ۲٤, ۱۰۹-۱۲٤. doi: ۱۰,۱۰۱٦/j.edurev.۲۰۱۸,۰٤,۰۰۱

Ishikawa, Y., & Koyama, M. (۲۰۱۸). Experiential learning in high school science education: A study of the impact of inquiry-based learning on science motivation in Japan. *International Journal of Educational Research*, ۹۰, ۹٦-۱۰٥. doi: ۱۰,۱۰۱٦/j.ijer.۲۰۱۸,۰۱,۰۰٦.

Kanari, Z., & Millar, R. (۲۰۱۸). Experiential learning in high school science education: A study of the impact of inquiry-based learning on student achievement in the UK. *International Journal of Science Education*, ٤۰(۳), ۳۰٥-۳۲۳. doi: ۱۰,۱۰۸۰/۰۹٥۰۰٦۹۳,۲۰۱۸,۱٤۲۷۰٤٦.

Kandel, S., Kratcoski, A. L., & Zehler, A. M. (۲۰۱۸). An Investigation of the Challenges in Students' Understanding of Science Concepts During Inquiry-Based Laboratory Work. *Journal of Chemical Education*, ۹٥(٥), ٦٦۳-٦٦۹. https://doi.org/۱۰,۱۰۲۱/acs.jchemed.۷b۰۰۷۲۰

Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (۲۰۰٦). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational psychologist*, ٤۱(۲), ۷٥-۸٦.

Kolb, D. A. (۲۰۱٤). Experiential learning: Experience as the source of learning and development. FT press.

Kroesbergen, H., Van Driel, J. H., & Verloop, N. (۲۰۰۸). Experienced science teachers' learning in the context of educational innovation: A critical review of research from an activity theory perspective. *Studies in Science Education*, ٤٤(۱), ۹۳-۱۲۱. https://doi.org/۱۰,۱۰۸۰/۰۳۰٥۷۲٦۰۷۰۱۸۲۸۱۱۲

Kuo, Y.-C., Walker, A. E., Schroder, K. E. E., & Belland, B. R. (۲۰۱۳). The Effectiveness of Field Trips in Science Education: A Meta-Analytic Study. *International Journal of Science Education*, ۳٥(٥), ۷٥٥-۷۸٤. https://doi.org/۱۰,۱۰۸۰/۰۹٥۰۰٦۹۳,۲۰۱۲,۷۱٦٥۹٦

Liaw, S. S., & Ching, Y. H. (۲۰۱۹). Experiential learning in science education: A systematic review. *Journal of Science Education and Technology*, ۲۸(۱), ۱-۲۰. doi: ۱۰,۱۰۰۷/s۱۰۹٥٦-۰۱۸-۹۷٤۲-۱.

Mirzaei, M., Khanmohammadi, F., & Khosravi, M. (۲۰۱٦). The Impact of Lack of Educational Facilities on Experimental and Practical Education in Science Classes. *Journal of Educational and Social Research*, ٦(۱), ۹۱-۹٦.

Mohammadi, M., Tavakoli, M., & Mahdizadeh, M. (۲۰۱۸). Integrating science with topics related to living conditions. *Journal of Education and Practice*, ۹(۳۰), ۱۰۱-۱۰٥.

Nanta, H. (۲۰۰۱). The use of practical activities in science teaching: An experience in teacher education. *Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia*, ۲٤(۲), ۸۸-۹۸.

National Research Council. (۲۰۰۰). The Benefits of Inquiry-Based Learning in Science Education. National Academies Press. https://doi.org/۱۰,۱۷۲۲٦/۹٥۹٦

Naylor, M. J., & Keogh, J. (۲۰۰۷). *The importance of experiential learning in science education*. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), Handbook of research on science education (pp. ۱۹۷-۲۱٦). Routledge.

Nixon, R. S., & Goddard, R. D. (۲۰۱۹). Experiential learning in high school science education: A review of the literature. *Journal of Research in Science Teaching*, ٥٦(۷), ۸۹۲-۹۲۱. doi: ۱۰,۱۰۰۲/tea.۲۱٥۳٥.

Nugent, G., Barker, M., Grandgenett, N., & Adamchuk, V. I. (۲۰۱۹). Experiential Learning in High School Science Education: A Study of the Impact of Project-Based Learning on Student Engagement in Australia. *International Journal of Science Education*, ٤۱(٤), ٤۱۳-٤۳۳. doi: ۱۰,۱۰۸۰/۰۹٥۰۰٦۹۳,۲۰۱۸,۱٥٥٤٦۲۱.

Prince, M. (۲۰۰٥). The Effectiveness of Hands-On Learning in Science: A Meta-Analysis. *Journal of Educational Research*, ۹۸(۳), ۱۷٦-۱۸٤. https://doi.org/۱۰,۳۲۰۰/JOER.۹۸,۳,۱۷٦-۱۸٤

Reger, D. L. (۱۹۹۰). The Role of Laboratory Work in University Chemistry. *Journal of Chemical Education*, ٦۷(۹), ۷٦۱-۷٦۳.

Safavi, F., & Mousavi, S. R. (۲۰۱۹). Experiential Learning in Science Education: A Historical Perspective. *Science Education International*, ۳۰(۳), ۲۸۸-۲۹۸. Retrieved from http://www.icaseonline.net/sei/September_۲۰۱۹/paper_۳.pdf

Seidel, D. P. (۱۹۷۷). The Role of Laboratory Work in Geology Teaching. Journal of Geological Education, ۲٥(۱), ۱۹-۲٦.

Seyedi, A., & Ashraf, H. (۲۰۱۷). Experiential Learning in High School Science Education: A Study of the Impact of Inquiry-Based Learning on Student Achievement in Iran. *Iranian Journal of Science and Technology, Transaction A: Science*, ٤۱(۳), ٥٥٥-٥٦٥. doi: ۱۰,۱۰۰۷/s٤۰۹۹٥-۰۱۷-۰۳۷٥-٦.

Sharan, S., & Sharan, Y. (۲۰۱٤). Expanding Cooperative Learning Through Group Investigation. New York: Teachers College Press.

Shayan, E., Fathi, M., & Shayan, A. (۲۰۱۹). The use of technology in experimental education: Benefits and challenges. *Journal of Education and Practice*, ۱۰(۳۳), ۸۸-۹٤.

Shokrollahi, P., & Hosseini, M. (۲۰۱۸). Experiential Learning in High School Science Education: A Study of the Impact of Project-Based Learning on Critical Thinking Skills in Biology in Iran. *Journal of Research in Biology*, ۸(۳), ۲۹۰۳-۲۹۱۰. Retrieved from http://www.jresearchbiology.com/documents/RA۰۲٥۰.pdf.

Sørensen, A., Bundsgaard, J., & Andersson, P. (۲۰۱٦). Experimental Work in School Science: A Neglected Aspect of Inquiry-based Learning. *Research in Science Education*, ٤٦(۳), ٤٤۷-٤٦۲. https://doi.org/۱۰,۱۰۰۷/s۱۱۱٦٥-۰۱٥-۹٤۹۳-٥

St. John, K. L., & Luebeck, J. L. (۲۰۱۷). Laboratory Safety in Higher Education: A Review of the Literature. *Journal of Chemical Health and Safety*, ۲٤(۲), ۱۰-۱٦. https://doi.org/۱۰,۱۰۱٦/j.jchas.۲۰۱٦,۱۱,۰۰۲

Weilner, B., Kastberg, S. E., & Fischer, H. E. (۲۰۱٦). Challenges in planning and implementing hands-on science learning activities: Insights from teachers' reflections. *Research in Science Education*, ٤٦(۲), ۱۷۷-۱۹۸.

Wilmes, B., Harms, U., & Sodian, C. (۲۰۱٦). Science Teachers' Challenges in Planning and Implementing Inquiry-Based Learning Activities. *International Journal of Science Education*, ۳۸(۹), ۱۲۷۰-۱۲۹۱. https://doi.org/۱۰,۱۰۸۰/۰۹٥۰۰٦۹۳,۲۰۱٦,۱۱۹۷٥۹٦

Wong, D., & Looi, C. K. (۲۰۱۱). Simulations in science education: A philosophical and empirical exploration. *Educational Philosophy and Theory*, ٤۳(۱), ۱۸-۳۸. https://doi.org/۱۰,۱۱۱۱/j.۱٤٦۹-٥۸۱۲,۲۰۰۹,۰۰٥۹۹.x

Wong, S. L., & Cheng, M. M. (۲۰۱۸). Experiential learning in high school science: A case study of inquiry-based and cooperative learning in the laboratory. *Research in Science Education*, ٤۸(٥), ۹۲۱-۹٤۰. doi: ۱۰,۱۰۰۷/s۱۱۱٦٥-۰۱٦-۹٦۰۹-۹.