



تأثیر کار عملی در یادگیری و دستیابی به آموزش مؤثر در علم فیزیک

نیره آل یس : کارشناس فیزیک ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات^(۱)

Nayereh Alyasin

چکیده

در هر کشوری، پیشرفتهای اجتماعی درگرو تربیت ثابتهی از نوآموزان جوان با روحیه پرسشگری و دانش طلبی برای تصدی شغلهایی است که مستلزم داشتن دانش، مهارت و انگیزه کافی هستند. محیط های آموزشی خلاق و پویا به همراه شیوه های کارآمد آموزش، فرصت تربیت و آموزش اینچنین جوانانی را میسر می کند. دانش آموزان در آزمایشگاههای مدارس این فرصت را پیدا می کنند تا خود را برای حضوری مؤثر در جامعه آماده کنند و از این رو نمی توان از نقش کار عملی و اهمیت آن در کلاسهای درس چشم پوشی کرد. در این مقاله در ابتدا به لزوم کار عملی در درک قوانین علم فیزیک پرداخته و مهمترین اهداف و مزایای آن را بیان کرده و سپس سه راهکار عملی به منظور توسعه آموزش مؤثر را مورد بررسی قرار می دهیم و در بسط آن به جایگاه فناوریهای نو و باید ها و نبایدهای استفاده از آن در آموزش می پردازیم.

واژه های کلیدی: کار عملی، آزمایشگاه، آموزش مؤثر، واقعیت مجازی، واحدهای سیار آزمایشگاه

مقدمه

بدون هیچ شکی کار عملی یکی از ویژگیهای بنیادی در آموزش علم فیزیک در تمام دنیا است. در آموزش علم فیزیک سعی می شود تا دانش و شناخت دانش آموزان نسبت به دنیای اطراف و درک آن ها نسبت به نظریه ها، تئوری ها و مدل های علمی که دانشمندان مطرح می کنند، افزایش داده شود. علوم تجربی بر پایه تجربیات و مشاهدات و یافته های واقعی آزمایش ها بنا شده است و آنها رکن اصلی و ضروری در تحقیقات علمی در تمامی علوم می باشند. آموزش به همراه کار عملی یک شیوه مؤثر در بالا بردن

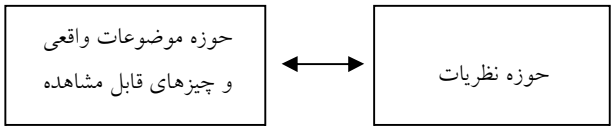
انگیزه و میزان درک دانش آموزان از تئوریها و نظریه های علمی در دنیا است. یک واقعیت شناخته شده این است که دانش آموزان یادگیری از طریق کار عملی را به سایر شیوه ها ترجیح می دهند. اما آیا این تمام داستان است؟ طبق نظر میلر و آبراهام [۱]: "چند هفته بعد از انجام کار عملی توسط دانش آموزان دوباره از آنها درباره جزئیات ساده پرسیده شد و بیشتر دانش قادر به پاسخگویی نبودند و نتوانستند بیان کنند که چه چیزی را یاد گرفته اند." ازاین رو می توان گفت کار عملی تنها زمانی مؤثر است که به شیوه ای مؤثر انجام شود.

^(۱) کارشناس فیزیک واحد تحقیق و توسعه شرکت صنایع آموزشی



شده دانش آموزان یک نظریه درباره مقاومتی که در برابر تغییرات حرکت وجود دارد استخراج می‌کند. با وجود اینکه در جمع آوری داده‌ها در این کلاس هیچ کار عملی صورت نگرفته است اما دانش آموزان با رجوع به تجربیات خود، قادر به بحث و موشکافی درباره یک پدیده طبیعی شده‌اند. در اینجا هدف، پیشرفت ارتباط بین مشاهده دقیق و راههای فکر کردن درباره آن و ایجاد ارتباط بین دنیای واقعی و تصویبهای ذهنی از این دنیا می‌باشد.

با در نظر گرفتن اینکه توانایی دانش آموزان در به یادآوری تجربیاتشان با دقت کافی، متفاوت از یکدیگر است و در جائیکه بعید به نظر می‌رسد که دانش آموزان همه آن مشاهداتی را که ما انتظار داریم در زندگی روزمره تجربه کرده و یا پدیده موردنظر را با دقت و جزئیات کافی مشاهده کرده باشند کار عملی در کلاسهای آزمایشگاهی به کمک معلم می‌آید تا اطمینان او را از ایجاد شرایطی یکسان برای درک همه دانش آموزان از موضوع مربوطه کسب کند. برای دانش آموزان درک و فهمیدن دنیا بدون کار عملی بسیار مشکل است. دانش آموزان نیاز به مشاهده اشیاء و پدیده‌های طبیعی دارند به ترتیبی که پایه تجربی پیدا کنند. برای مثال دانش آموزی که تاکنون یک گرماسنج را ندیده و از آن هیچ اطلاعی ندارد، درک محاسبات نظری آن، کار مشکلی برای او به نظر می‌رسد و بی تردید می‌توان گفت کار عملی بعنوان یک جزء لازم در علم فیزیک مطرح است.



شکل ۱) کار عملی: ارتباط دو حوزه -میلر [۴]

کار عملی برای پیشرفت دانش علمی دانش آموزان است و زمانی می‌تواند موثر واقع شود که بتواند ارتباطی منطقی بین حوزه موضوعات، مشاهدات و اتفاقات واقعی و در سمت دیگر حوزه نظریات در ذهن دانش آموز برقرار کند و دانش آموز بواسطه انجام

در این مقاله سعی می‌شود به دو پرسش مهم زیر پاسخ داده شود:
۱) کار عملی چه نقشی در آموزش علم فیزیک دارد و مهمترین اهداف و مزایای آن چیست؟

۲) چه راهکارها و شیوه‌هایی برای توسعه آموزش مؤثر مبتنی بر کار عملی در علم فیزیک وجود دارد؟

تعریف کار عملی:

کار عملی عبارت از هر فعالیت یاددهی-یادگیری است که شامل فعالیت دانش آموزان در مشاهده و یا انجام کارهای دستی با مواد و موضوعات واقعی باشد. کار عملی می‌تواند در مدرسه یا در هر مکان دیگری انجام شود.

نقش کار عملی در درک قوانین علم فیزیک و مزایای آن:

بدیهی است که ماهیت موضوعات علمی، دنیای مادی است. در آزمایشگاه، علم یادگیری شامل دیدن، دست و پنجه نرم کردن و انجام کارهای عملی و مرتبط با موضوعات واقعی و مادی است. در برخی مباحث معلم می‌تواند درس را توسط مثالهای عملی که برای بیشتر و یا تمامی دانش آموزان اتفاق افتاده، ارائه کند زیرا پدیده‌ای که معلم می‌خواهد درباره آن بحث کند، برای دانش آموزان از قبل بواسطه تجربیات روزمره شان شناخته شده است. به عنوان مثال تصور کنیم معلم شروع به تدریس درس درباره نظریه سکون در مکانیک نیوتن می‌کند. او ممکن است در کلاس از دانش آموزان بپرسد: "آیا تا به حال تجربه ایستادن در مترو یا اتوبوس را داشته‌اید؟" و از آنها بخواهد تا موقعیتشان را در آن لحظه با دقت به یاد آورند (زمانیکه چرخهای ماشین شروع به حرکت و یا ترمز می‌کنند). معلم از تجربیات به اشتراک گذاشته



و برقراری ارتباط صحیح بین منبع تغذیه و مصرف کننده ها می کند. درحین انجام آزمایش ناخواسته مهارتهای عملی دانش آموزان در استفاده از تجهیزات آزمایشگاهی و همچنین روحیه پرسشگری آن ها تقویت می شود و می آموزند که لازمه یادگیری پرسیدن و تلاش برای پیدا کردن پاسخ پرسشهای مطرح شده است. پرورش روحیه پرسشگری نه تنها در مدرسه و برای حل مسأله حائز اهمیت است بلکه در تمامی مراحل زندگی می تواند مفید و کارآمد باشد.

طبق نظر هافستین و نامن [۲] از مزایای کار عملی با نگرش پرسشگری ایجاد تواناییهای زیر در دانش آموزان است:

- ۱) توانایی مطرح کردن سوالات هدفمند و جهت دار
- ۲) توانایی نظریه پرداز بودن
- ۳) توانایی برنامه ریزی و هدایت تحقیقات علمی
- ۴) توانایی ارائه توضیحات علمی و بازنگری آنها
- ۵) توانایی بحث و مشاجره های علمی

برای رسیدن به این پنج توانایی یک شیوه آموزش برای همه دانش آموزان نمی تواند پاسخگو باشد. از آنجائیکه همه دانش آموزان دارای تواناییهای مختلف در یادگیری هستند و همچنین ممکن است دانش قبلی آن ها با هم متفاوت باشد بهتر است در آزمایشگاه و هنگام انجام کار عملی هر دانش آموز بر حسب علاقه و میزان دانش قبلی خود مسیر انجام آزمایش را پیش ببرد. در انتهای کار دانش آموز، نتایج و داده های آزمایش خود را با استدلالهای علمی در کلاس مطرح می کند تا دیگر گروهها در بحث درگیر شوند و بتوانند همدیگر را اصلاح کرده و از هم بیاموزند در این شیوه دانش آموزان یاد می گیرند که اشکالات و معایب کار خود را پیدا کرده و بتوانند در رفع آن اقدام کنند. ازاین رو با اطمینان می توانیم بگوییم کار عملی لازمه آموزش علم فیزیک است اما این

کار عملی قادر باشد از موضوعات واقعی و قابل مشاهده به نظریات و تئوریهای علمی برسد و یا بالعکس.

طبق نظر پیازه^(۱) دانش آموزان به داشتن تجربه در مورد رفتارهای قانونمند و کنش هایی که در دنیا وجود دارد نیاز دارند آن هم به کمک نظریات و یا مدلها و دیدن نتیجه ها، و این تنها راهی است که دانش آموزان می توانند نظریات و مدلهای ارائه شده از دنیای واقعی را بفهمند. دانش به دانش آموز انتقال نمی یابد، بلکه دانش آموز، دانش را به وسیله بازسازی آن برای خودش و به وسیله فعالیتهای خودش کسب می کند. کار عملی این فرصت را برای هر دانش آموز ایجاد می کند تا مستقیما و بدون واسطه با مواد و ابزار و تجهیزات و همچنین با نظریه های علمی درگیر شود و از هر موضوع، خاطره ای جداگانه در ذهنش نقش ببندد و بدین ترتیب یادآوری آن موضوع علمی برای دانش آموز تسهیل شود.

به طور کلی کار عملی چهار هدف مهم [۳] را دنبال می کند:

- بالا بردن انگیزه دانش آموزان در یادگیری
- درک بهتر دانش آموزان از علم فیزیک
- توسعه مهارتهای عملی در استفاده از تجهیزات و دستگاهها
- توسعه روحیه پرسشگری و نگرش علمی

فرض کنید معلم " بستن مدارهای موازی و سری " را شروع به تدریس می کند. او مفهوم الکتریسیته جاری و مدار الکتریکی را توضیح می دهد و از دانش آموزان می خواهد تا دانش قبلی و سوالات خود را به اشتراک بگذارند و سپس درگروههای مختلف با انجام آزمایش پاسخ پرسش های خود را پیدا کنند. دانش آموز با درگیر شدن در کار عملی از محیط رسمی آموزش سنتی در کلاس خارج شده و با هیجان و علاقه ذهن خود را مشغول حل موضوع

^(۱) ژان ویلیام فرتیز پیازه (Jean William Fritz piaget) روان شناس و زیست شناس، منطق دان، شناخت سوئیسی که بخاطر کارهایش در روان شناسی رشد و شناخت شناسی شهرت یافته است.



مشخصی در کلاس قرار بگیرد [۶] و با تشخیص و صلاح‌دید معلم وسایل از کمدها خارج شود.

از مهمترین مزایای این گونه کلاس ها، فرصت تدریس هر موضوع توام با انجام کار عملی و فعالیتهای گروهی است. تدریس و انجام کار عملی به موازات هم پیش می رود، کلاسهای درس از شکل رسمی و سنتی خود خارج شده و دانش آموزان با علاقه بیشتری درس را دنبال می کنند.

۲) استفاده از فناوریهای پیشرفته

یکی دیگر از راهکارهایی که در ایجاد آموزش مؤثر می تواند نقش داشته باشد استفاده از تجهیزات هوشمند و فناوریهای نو است. زندگی در عصر فناوری باعث شده است تا همگی ما خواسته و یا ناخواسته حضور آن را در بخشهای مختلف زندگی پذیرا باشیم. ورود فناوریهای نو و بهره از آن در آموزش نیز مسأله ای جدی برای کارشناسان آموزش در سراسر دنیا شده است. در کشور ما نیز به این مسأله توجه شده است؛ ایجاد کلاسهای هوشمند و نرم افزارهای آموزشی متعدد مبین آن است. به یاری این ابزار و وسایل می توانیم اجزای بینهایت کوچک ماده را که میلیونها بار بزرگتر شده اند و همچنین ستارگان دوردست موجود درخارج از محدوده جهان مکشوف را مشاهده کنیم. در ادامه از میان تجهیزات متنوع و خدماتی که فناوری های نوین ارائه می دهد به بررسی واقعیت مجازی و آزمایشگاه مجازی می پردازیم.

واقعیت مجازی:

شاید شما قادر به سفر به سیاره های دیگر نباشید و یا هیچگاه نتوانید کارکرد یک موتور را از درون آن مشاهده کنید اما باید بدانیم که واقعیت مجازی این امکان را با ایجاد خاطره ای بصری که به

سوال مطرح می شود که چگونه می توانیم زمینه را برای یک آموزش مؤثر فراهم کنیم.

راهکارهای عملی در توسعه آموزش مؤثر:

بیشتر معلمان از جانب نظام آموزشی برای تمام کردن کتاب درسی در طول سال تحصیلی در اجبار و فشار هستند و ضمن اینکه بتوانند نمرات پایانی خوبی از دانش آموزان دریافت کنند. از این رو کمتر به سمت آزمایشگاهها برای انجام کار عملی می روند و برای آن وقت می گذارند. در این مقاله سه راهکار برای داشتن آموزش مؤثر از طریق کار عملی با در نظر گرفتن زمان محدود تدریس پیشنهاد و به اختصار بررسی می شود.

۱) تغییر در سازمان اجتماعی کلاس

در آموزش علوم طبیعی به خصوص علم فیزیک، استفاده از ابزار نقش مهمی در تعمیق و تفهیم یادگیری دارد. معلم نیاز دارد تا همواره در آموزش خود از ابزار استفاده کند و همینطور فعالیت های گروهی و فردی با حضور ابزارها و تجهیزات آموزشی تجربه ای متفاوت را برای دانش آموزان به ارمغان می آورد. به دلیل این نیاز پیوسته و مبرم به ابزارهای آزمایشگاهی بهتر است تا هرکلاس در آزمایشگاه تخصصی آن برگزار کرد. در صورتیکه امکان برگزاری کلاس در آزمایشگاه نباشد می توان چیدمان وسایل و مبلمان را به گونه ای ترتیب داد که پاسخگوی این نیاز آموزشی باشد. چیدمان میز و صندلی های دانش آموزان می تواند بر حسب موضوعی که تدریس می شود تغییر کند. در یک زمان که بایستی کل کلاس درگیر آموزش موضوع یکسانی شوند، صندلی ها در کنار هم و با یک مرکزیت چیدمان شود و در زمانی دیگر که دانش آموزان به صورت گروهی درگیر یادگیری هستند هر چند نفر در یک گروه چیدمان شوند. همچنین وسایل آزمایشگاهی نیز در کمدهای



روزانه کنفرانس آموزش فیزیک روزانه کنفرانس آموزش فیزیک



- کسب تجربه مشترک توسط یک گروه در یک محیط مشترک دارای اهمیت باشد.
 - تجربه ایجاد یک محیط یا مدل شبیه سازی شده برای یادگیری مهم باشد.
 - اطلاعات بصری و همچنین دست کاری عناصر آزمایش و بازچینی لازم باشد و در نتیجه واقعیت مجازی یادگیری را آسان تر کند.
 - نیاز به جذابیت و مفرح کردن آموزش باشد.
 - نیاز به دادن فرصت به معلولان جسمی و حرکتی برای انجام آزمایش و فعالیتی که در شرایطی دیگر امکان پذیر نیست، باشد.
 - انجام فعالیت هایی که اشتباه در آنها در شرایط واقعی مخاطره آمیز یا پر هزینه است و ممکن است آثار مخرب داشته باشد.
 - فعالیت هایی که در واقعیت نیاز به جابجایی های فیزیکی دارد که در شرایط کلاس امکان پذیر نباشد.
- یکی از با ارزشترین مزایای واقعیت مجازی که در موارد فوق ذکر شد این است که به دانش آموزانی که معلولیت های جسمی و حرکتی دارند نیز این فرصت داده می شود تا در آزمایشهایی که انجام آنها برایشان سخت یا غیرممکن است، شرکت کنند و یادگیری را از طریق آزمایش کردن تجربه کنند. آنها می توانند با سرعت مطلوب خودشان هر آزمایش را مرحله به مرحله پیش ببرند و از تأثیرات مثبت یادگیری از طریق آموزش بهره مند شوند. همچنین از جمله مواقعی که پانتلیس استفاده از واقعیت مجازی را در آن جایز نمی دانست، می توان به موارد زیر اشاره کرد :
- مواقعی که برای ابزارهای واقعی نمی توان جابجایی مجازی انتخاب کرد.

خوبی تا ماهها و بعضی اوقات تا سالها به خاطر می ماند، فراهم می کند. واقعیت مجازی یک فناوری نوین است که به کاربر این امکان را می دهد تا با یک محیط شبیه سازی رایانه ای تعامل داشته باشد. حسگرهای صوتی و لمسی از جمله قابلیت هایی است که در برخی از انواع آن نیز دیده می شود. از اوایل ۱۹۵۰ که کامپیوتر به عنوان یک وسیله آموزشی مورد استفاده قرار گرفت، واقعیت مجازی در آموزش حضور داشته است. بیشترین میزان سرمایه گذاری در فناوری واقعیت مجازی طبق داده های آماری شرکت ایپسوس^۱ در حیطه بازی و در اولویت دوم، در حیطه آموزش است. مهیج بودن و تمایل زیاد دانش آموزان در به کارگیری این فناوری باعث شده است تا سرمایه گذاران به سرمایه گذاری و رواج این فناوری در خدمت به آموزش در مدارس علاقمند شوند. ورونیکا پانتلیس [۵] از دانشگاه کارولینای شرقی لیستی از زمانهایی که از واقعیت مجازی باید یا نباید استفاده کرد را ارائه می دهد. طبق نظر او زمانهایی که استفاده از واقعیت مجازی پیشنهاد می شوند عبارتند از :

- زمانی که شبیه سازها بتوانند در آموزش و انتقال مفاهیم علمی مورد استفاده قرار بگیرند.
- آموزش با ابزارها و مواد واقعی خطرناک یا غیرممکن و سخت باشد.
- یک مدل از یک محیط مجازی به خوبی شرایط واقعی، بتواند آموخته باشد.
- تعامل با یک مدل در دنیای مجازی به اندازه تعامل با ابزارهای واقعی هیجان انگیز باشد.
- محیط های مجازی جایگزین خوبی برای سفرهای واقعی باشد.

(۱) ایپسوس (IPSOS) یک شرکت تحقیقات جهانی بازار و متخصص در نظرسنجی است که مقر اصلی آن در پاریس است.



۳) واحد سیار برای مناطق رو به رشد

از آنجاییکه در کشور ما هنوز مناطق محروم و کم تراکمی هستند که از شرایط خوبی برای آموزش برخوردار نیستند و راهکارهای فوق الذکر به سهولت در مدارس این گونه مناطق قابل اجرا نیستند، واحدهای سیار آزمایشگاه و کارگاههای آموزشی [۸] به عنوان یکی از راهکارهای موقتی تا زمان برقراری شرایط بهینه آموزش و آزمایشگاههای مجهز، پیشنهاد می شود .

واحدهای سیار، اتوبوس ها یا وانت بارهایی هستند که با تجهیزات آزمایشگاهی، میز و صندلی و همچنین تخته وایت برد برای امکان برگزاری آزمایشگاه در مراکز فاقد امکانات، تجهیز شده و به مدارس گوناگون ارسال می شوند .

قابلیت های واحد سیار :

- برپایی آزمایشگاه موقت در هر مکان (شهر، حاشیه شهر، روستا و عشایر)
- بهره مند نمودن همه دانش آموزان از فعالیت های آزمایشگاهی
- جبران (موقت) نیازهای کالبدی مدارس به آزمایشگاه
- توسعه عدالت آموزشی
- تامین معلم مجرب آزمایشگاه همراه برای مدارس تحت پوشش واحد سیار
- صرفه جویی در زمان و اعتبارات

پس از استقرار واحدهای سیار آزمایشگاه و کارگاههای آموزشی در محل، آموزش فراگیران شروع می شود و به طور معمول یک معلم مجرب و آشنا به امور آزمایشگاهی واحد سیار را همراهی می کند و با اتمام آموزش کارگاه سیار آموزش به مدرسه ای دیگر اعزام می شود. بدین ترتیب دانش

- مواقعی که تعامل با معلم و دیگر دانش آموزان در دنیای واقعی لازم باشد.
- مواقعی که استفاده از محیط مجازی باعث گنج شدن دانش آموزان و عدم توانایی آنها برای مدلسازی آزمایش در واقعیت باشد.
- مواقعی که با توجه به هزینه نسبتا بالای واقعیت مجازی استفاده از آن توجیه اقتصادی نداشته باشد.

طبق یک نظر سنجی [۳] از ۱۷۹ معلم علوم در نزدیک به ۵۰ مدرسه گوناگون در قطر از معلمان خواسته شد تا نظر خود را درباره آزمایشگاه مجازی در مقایسه با آزمایشگاه سنتی بیان کنند و توضیح دهند کدام یک اثربخش تر است. بیشتر معلمان اظهار داشتند که علیرغم پتانسیل های آزمایشگاه مجازی در بالا بردن میزان یادگیری در مفاهیم علمی و اهمیت آن در یاددهی آزمایشهایی که انجام آن ها سخت و زمان بر است و همچنین جایگزینی این شیوه برای آزمایشهای خطرناک، آزمایشگاه مجازی نمی تواند به طور کامل جایگزین فعالیت های تجربی و تعامل مستقیم دانش آموزان با دنیای واقعی در آزمایشگاههای سنتی شود. در هر حال، تعداد زیادی از معلمان اقرار کردند برای جبران کمبود تجهیزات و سایر دلیل های ذکر شده به استفاده زیاد از شبیه سازها و انیمیشن ها روی آورده اند. تعداد کمی هم بیان کردند که به علت اینکه استفاده از این فناوریها نیازمند دانش زبان انگلیسی است، استفاده از آن محدود می شود.

واقعیت مجازی می تواند در بالا بردن سطح یادگیری دانش آموزان موثر باشد اما نمی تواند بطور تمام و کمال جایگزین کارهای عملی شود ، شاید به این دلیل که اتفاقات و کارهای واقعی ملموس تر هستند و اطلاعات بیشتری نسبت به نمایش شبیه سازی شده آن می دهند.



- ایجاد واحدهای سیار آزمایشگاه و کارگاههای آموزشی می تواند شرایط نسبتا مطلوبی را برای آموزان دانش آموزان مناطقی با امکانات محدود، فراهم کند.

آموزان در هر منطقه و هر شرایطی در سرتاسر ایران می توانند آموزشی مؤثر مبتنی بر کار عملی و آزمایش را تجربه کنند.

نتیجه گیری

در هر حال باید بدانیم که آزمایشها تنها جزء لازم برای گسترش علم در جهان نمی باشند ، اما نقش کلیدی را در تدریس مفاهیم فیزیکی جهان بازی می کنند. فعالیتهای آزمایشگاهی فرصتهای یادگیری را در اختیار دانش آموزان قرار می دهند تا به نحوه تحقیق و پی ریزی ادعاهای علمی آشنا شوند. دانش آموزان باید بدانند که منظور از انجام آزمایش ، فهم اصول علمی و اطلاعاتی است که از یک آزمایش حاصل می شود که باید حتی الامکان در مسائل روزمره زندگی به کار برده شوند و هیچگاه غافل از این موضوع نشویم که فعالیت آزمایشگاهی و کار عملی در مدارس به عنوان ابزار یادگیری دارای پتانسیل ویژه ای است که می تواند در تعمیق درک مطالب درسی مثر ثمر واقع شود.

کار عملی نقش اساسی و ویژه ای در آموزش علم فیزیک دارد و یادگیری مبتنی بر آن از بهترین شیوه های شناخته شده است. لازم است که در انتها خلاصه ای کوتاه از مهمترین نکات ذکر شده درباره نقش کار عملی و کلاسهای آزمایشگاهی، در یادگیری و تدریس علم فیزیک مطرح شود.

مرجع ها

- کار عملی در جهت ارتقاء کیفی سطح یادگیری دانش آموزان زمانی نقش خود را به خوبی ایفا می کند که توانسته باشد پلی ارتباطی میان مشاهدات ملموس و نظریات داده شده در ذهن دانش آموز ایجاد نماید.
- کار عملی این فرصت را به دانش آموز می دهد تا در حین یادگیری ماندگار و موثر ، مهارتهای ذهنی و عملی خود را نیز توسعه دهد.
- چنانچه امکان برگزاری کلاسهای درس در محیط آزمایشگاهی مناسب فراهم نباشد، با تغییر در چیدمان کلاس و اضافه کردن کمدهایی به منظور جاسازی وسایل آزمایشگاهی می توان کلاسهای درس را به آزمایشگاههای پویا و فعال تبدیل کرد.
- استفاده از ابزارها و فناوریهای پیشرفته کامپیوتری مانند واقعیت مجازی بسته به نوع استفاده و کاربردشان می تواند مکمل خوبی برای فعالیتهای آزمایشگاهی در مدارس باشند به شرطی که از آنها در جایگاه مشخصی استفاده شده و به عنوان جایگزین کار عملی وارد سیستم آموزشی نشوند.

- 1- Millar, R. and Abraham, I. (2009). Practical work: making it more effective. Science School Research 91(334) 5964
- 2- Hofstein, A. and Mamlok-Naaman, R. (2007). The laboratory in science education: the state of the art. Chemistry Education Research and Practice, 2007, 8(2), 100-107.
- 3- Said, Z. Friesen, H. and Al-Ezzah, H. (2014). The importance of practical activities in school science : perspectives of independent school teachers in Qatari schools
- 4- Millar, R. (2004). The role of practical work in the teaching and learning Of science . University of York
- 5- Pantelidis, V. (2009) Reasons to Use Virtual Reality in Education and Training Courses and a Model to Determine When to Use Virtual Reality : pages 59-70

۶- بررسی چیدمان کلاسهای علوم تجربی ، شرکت صنایع آموزشی واحد تحقیق و توسعه

۷- بررسی واحدهای سیار آزمایشگاه، شرکت صنایع آموزشی واحد تحقیق و توسعه