

آموزش و آزمایش در خانه در دوره اپیدمی و همه‌گیری کووید-۱۹

احمد شعبانی^{*۱}

چکیده

عدم دسترسی بیش از ۲۵۰ میلیون نفر از کودکان و نوجوانان در دوره ابتدایی و متوسطه به مدرسه، میزان بالای ترک تحصیلی و توزیع ناعادلانه امکانات آموزشی از جمله چالش‌های جدی سیستم‌های آموزشی و یادگیری در سطح جهان قبل از اپیدمی کووید-۱۹ بود. اپیدمی و همه‌گیری کووید-۱۹ با به تعطیلی کشاندن تمامی مقاطع آموزشی در کلیه کشورها، چالش در سیستم آموزشی را مضاعف کرده است. در این نوشته کوشش شده است تجربه شخصی و تجربه برخی از دانشگاه‌های سایر کشورها در آموزش در دوره کووید-۱۹ با معلمان، استادان، برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران حوزه آموزش و یادگیری با هدف کاهش آسیب‌ها و بهبود در سیستم آموزشی به اشتراک گذاشته شود. در این مطالعه ارائه دروس نظری به‌ویژه در مقاطع کارشناسی و کارشناسی ارشد به روش مجازی همزمان و رفع اشکال و حل مسائل و تمرینات با روش مجازی ناهمزمان، دروس مقطع دکتری روش مجازی ترکیبی و برای دروس آزمایشگاهی آزمایش در خانه به‌عنوان مناسب‌ترین شیوه پیشنهاد شده است. با توجه به اینکه در آموزش مجازی تا حدود زیادی هزینه‌ها کاهش می‌یابد (ایاب و ذهاب، خوابگاه، و...)، پیشنهاد می‌شود صرفه‌جویی در هزینه‌ها برای ارتقای زیرساخت‌های آموزش مجازی هزینه شود.

واژگان کلیدی: اپیدمی کووید-۱۹، آموزش، یادگیری مجازی همزمان، یادگیری رایانه-پایه، فناوری وب-پایه، آزمایش در خانه، فناوری آموزشی، آزمایشگاه مجازی

* عهده‌دار مکاتبات: استاد. تلفن: ۰۲۱۲۹۹۰۲۸۰۰، دورنگار: ۰۲۱۲۲۴۳۱۶۷۱، نشانی الکترونیکی: a-shaabani@sbu.ac.ir

^۱ دانشکده شیمی دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

مقدمه

کارشناسی، ارشد، دکتری)، وجود زیرساخت‌ها، پشتیبانی، ویژگی‌های استاد، ویژگی‌ها و تعداد دانشجویان در کلاس (آشنا یا ناآشنا بودن با محیط مجازی، داشتن مهارت‌هایی مانند مدیریت زمان، برنامه‌ریزی و ...) از جمله عوامل تعیین‌کننده در انتخاب یک یا چند روش از میان روش‌های مجازی است. گرچه برخی محققان نگرانی‌هایی در رابطه با آموزش مجازی یا غیرحضوری نسبت به روش حضوری دارند، اما تحقیقات نشان می‌دهد تفاوت معناداری در ارزیابی بین دو روش وجود ندارد [۱] (۱).

آموزش و یادگیری همزمان و ناهمزمان

۱. روش آموزش و یادگیری همزمان

مهم است مدرس تشخیص دهد چه زمانی و به چه دلایلی باید از روش تدریس مجازی همزمان نسبت به ناهمزمان استفاده کند. به عبارتی شاخص‌هایی که روش همزمان را نسبت به روش ناهمزمان در اولویت قرار می‌دهد، کدامند؟ برخی از مهمترین آنها به شرح زیر می‌باشد [۱-۴] (۱):

- مواد و محتوای درسی کمتر پیچیده^{۱۲} باشد و تدریس در طی یک برنامه زمانی معین به اتمام برسد (همانند اغلب دروس مدارس، مقطع کارشناسی و بعضاً کارشناسی ارشد در یک ترم تحصیلی).
- دانش‌آموزان و دانشجویان شرکت‌کننده در کلاس، معین و شناخته شده باشند (همانند یک کلاس درس ترمی دانشگاه).
- برنامه درسی و محتوی و سرفصل درس معین باشد.
- تعداد جلسات و ساعات درسی، تاریخ ارزیابی‌ها، امتحانات و وظیفه معلم یا استاد و دانشجو در درس تعریف شده و معین باشد.

در چند دهه اخیر، مدارس و آموزش عالی در سطح ملی و بین‌المللی از حیث تعداد دانشگاه‌ها، مؤسسات آموزشی و پژوهشی، مدارس و تعداد دانش‌آموزان و دانشجویان به شدت گسترش یافته است. امروز سیستم‌های آموزشی در سطح جهان با بزرگترین چالش ناشی از کووید-۱۹ مواجه شده است و برنامه‌ها و اهداف آموزشی آنها که عمدتاً حضوری بود، با ظهور این ویروس نامرئی به شدت تحت‌الشعاع قرار گرفته است. بسیاری از کشورها آموزش حضوری و یا چهره به چهره^۲ (رو در رو) را متوقف و دستور جایگزینی آن با روش‌های غیرحضوری^۳ و یا مجازی^۴ نموده‌اند.

آموزش و یادگیری مجازی معمولاً به سه شیوه همزمان^۵، ناهمزمان^۶ و یا ترکیبی^۷ از این دو شیوه انجام می‌شود. در آموزش همزمان گرچه آموزش شونده‌ها از نظر فیزیکی و مکانی جدا از هم و در کنار هم نیستند، اما آموزش آنها به‌طور همزمان و برخط^۸ انجام می‌شود. به عبارتی معلم و استاد مواد درسی خود را به شیوه مجازی و برخط به دانشجویان ارائه می‌دهد. در صورتی که در آموزش ناهمزمان مدرس طبق برنامه منظم محتوی و مواد درسی را در سامانه قرار می‌دهد. محتوای درسی می‌تواند به شکل متن، صدا، ویدئو و یا پاورپوینت و یا ترکیبی از آنها باشد. معلم و استاد درس معمولاً مسائل و تمریناتی را در قالب تکالیف درسی ارائه می‌نماید و دانش‌آموزان و دانشجویان پس از مطالعه محتوا درباره نکات مهم درس و تکلیف درسی با هم بحث و مشورت می‌کنند. در نهایت معلم و استاد درس، اشکالات و ابهامات دانش‌آموزان و دانشجویان را طبق برنامه کلاسی بحث و به سؤالات آنها پاسخ می‌دهد. در روش ترکیبی از هر دو شیوه توأم استفاده می‌شود [۱].

مبنای انتخاب شیوه آموزش مجازی همزمان و ناهمزمان بر سه کلیدواژه چه زمانی^۹، چرا^{۱۰} و چطور^{۱۱} استوار می‌باشد. به عبارتی موضوع درس (نظری، مهارتی، تحلیلی و...)، مقاطع تحصیلی

1 COVID 19

2 Face to Face

3 E-learning

4 Virtual

5 Synchronous

6 Asynchronous

7 Hybrid

8 Online

9 When

10 Why

11 How

12 Less complex

آموزش و آزمایش در خانه در دوره اپیدمی و همه‌گیری کووید-۱۹

- انتظار ایجاد طوفان مغزی^۱ و پاسخگویی و عکس‌العمل سریع از طرف دانش‌آموزان و دانشجویان باشد.
 - افزایش تعهد و انگیزه دانش‌آموزان و دانشجویان به دلیل انتظار و امکان پاسخ سریع،
 - تعامل بیشتر استاد و شاگرد و شبیه‌سازی و احساس بیشتر هر دو طرف به آموزش‌های حضوری،
 - احساس اجتماعی و زنده بودن مباحث به دانش‌آموز و دانشجو القا می‌شود.
 - چون امکان بازخورد^۲ سریع فراهم است، دانش‌آموزان و دانشجویان تشویق می‌شوند تا طرح و ایده‌های نو مطرح کنند و از ایده آنها برای اجماع و اتخاذ تصمیم حمایت شود.
 - ترغیب و تشویق دانش‌آموزان و دانشجویان به حفظ بروز بودن و نظم در یادگیری،
 - فرصت برای طرح ایده و گفتگو و ایجاد طوفان مغزی،
 - با توجه به اینکه آموزش شنیداری^۳ و گفتاری^۴ از روش‌های پرسرعت و مؤثر در آموزش می‌باشد، از این جنبه روش همزمان از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد.
 - لازم به یادآوری است علیرغم امتیازات زیاد روش آموزش همزمان، برخی معایب را نیز دارد [۵]:
 - معمولاً دانشجویان برای جلوگیری از حضور در کلاس در یک زمان معین، در دوره‌های آنلاین ثبت‌نام می‌کنند. البته این مسئله برای دانشجویانی که در کلاس حضوری ثبت‌نام کردند و به دلیل کووید-۱۹ کلاس‌ها غیرحضوری شده است، خیلی اهمیت ندارد.
 - محدودیت مسائل فناوری و پهنای باند؛ شاید این محدودیت در اغلب شهرهای بزرگ کشور چندان محدودکننده نباشد.
 - مسائل مربوط به برنامه‌ریزی و منطقه زمانی؛ در ایران اختلاف معناداری در تفاوت زمانی در مناطق مختلف کشور وجود ندارد.
 - این شیوه آموزش بیشتر معلم‌محور است. این مشکل با استفاده از برخی از برنامه‌های آموزشی از قبیل آداب-کانکت^۵ که در اغلب دانشگاه‌های کشور از آن استفاده می‌شود، برای استاد این امکان را فراهم می‌کند فرصتی بوجود آورد تا دانشجویان نیز در مباحث درسی مشارکت داشته باشند.
- ### ۱-۱ جایگاه آموزش و یادگیری همزمان در طبقه‌بندی بلوم^۶
- در اواسط دهه ۱۹۵۰، بنیامین بلوم برای یادگیری در حوزه شناختی یک نردبان شش پله‌ای و سلسله مراتبی معرفی کرده است که برای صعود به پله‌های بالاتر مستلزم یادگیری سطوح ماقبل می‌باشد. این شش پله عبارتست از به یاد سپردن^۷ یا دانش^۸، درک و فهم (فهمیدن)^۹، کاربرد^{۱۰}، تحلیل^{۱۱}، ترکیب یا سنتز^{۱۲} (تلفیق و نتیجه‌گیری) و ارزیابی^{۱۳} یا ایجاد کردن (ابداع)^{۱۴} می‌باشد [۱]. به منظور روشن‌تر شدن بیشتر مفاهیم پله‌های شناختی بلوم در یادگیری، برای هر یک مثالی ارائه شده است [۶].
- دانش: سطح سؤال ابتدایی^{۱۵} است، مانند اختلاف دو ایزوتوپ در یک عنصر چیست؟
 - درک و فهم: سطح سؤال ابتدایی است، مانند گاز هیدروژن یک ترکیب است یا یک مولکول؟
 - کاربرد: سطح سؤال متوسط^{۱۶} است، ساختار فرمولی ترکیبی متشکل از ۸۷/۵ درصد نیتروژن و ۱۲/۵ درصد هیدروژن را بنویسید. یا اینکه اگر مدار زمین کاملاً دایره‌ای بود، فصول چگونه می‌شد؟
 - آنالیز یا تحلیل: سطح سؤال متوسط است، مانند هر دو نمک $PbCl_2$ و PbF_2 به مقدار جزئی در آب حل می‌شود،

1 Brainstorming

2 Feedback

3 Listening

4 Speaking

5 Adobe Connect

6 Bloom's Taxonomy

7 Remember

8 Knowledge

9 Comprehension

10 Application

11 Analysis

12 Synthesis

13 Evaluation

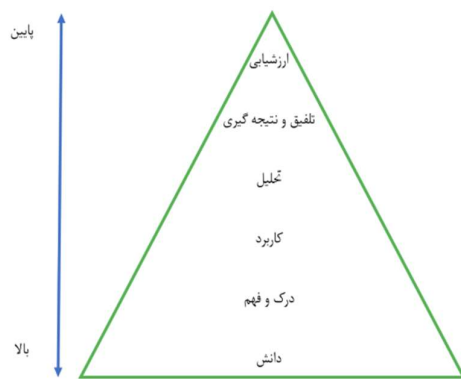
14 Creative

15 Beginner

16 Intermediate

آموزش و آزمایش در خانه در دوره اپیدمی و همه‌گیری کووید-۱۹

مثال اگر رطوبت زیاد باشد و دما افت کند، جو اغلب غیرمحمول است که رطوبت را نگاه دارد و بنابراین باران می‌آید، نمونه‌ای از آموزش دانش است [۷].



شکل ۱: طبقه‌بندی بلوم در حوزه یادگیری

۲. روش آموزش و یادگیری ناهمزمان

برخی از مهمترین شاخص‌های انتخاب این روش نسبت به روش همزمان به شرح زیر می‌باشد [۱-۳]:

- مواد و محتوای درسی پیچیده^۵ باشد (دروس دکتری و برخی از دروس ارشد)
- به دلایل مشغله دانشجویان و یا سایر محدودیت‌ها امکان تدریس برخط و همزمان برای همه فراهم نباشد.
- چون انتظار پاسخگویی و عکس‌العمل سریع از طرف دانشجویان نیست، لذا فرصت بیشتری برای کنکاش در مباحث درسی توسط دانشجو فراهم می‌شود.
- انعطاف‌پذیری و راحتی بیشتر در آموزش،
- دسترسی آسان‌تر به مواد و محتوای درسی،
- در این روش آموزش به خواندن^۶ و نوشتن^۷ متمرکز می‌باشد.

تجربه شخصی در آموزش مجازی یکی از دروس کارشناسی ارشد-شیمی فیزیک آلی

چنانچه در سطور بالا اشاره شد، در دروسی که سرفصل معین و منابع درسی معرفی شده دارند و مباحث درس پیچیده نمی‌باشد

اگر ثابت حلالیت آنها به ترتیب ۵- $1/7 \times 10^{-4}$ و ۴- $2/7 \times 10^{-4}$ باشد، غلظت یون Pb^{2+} در کدام محلول اشباع از نمک‌ها بیشتر است؟ توضیح دهید. یا اینکه چرا فصل‌ها در نیمکره جنوبی معکوس می‌شوند؟

• تلفیق و نتیجه‌گیری و یا سنتز: سطح سؤال پیشرفته^۱ است، مانند با استفاده از ترکیبات شیمیایی در دسترس شامل سدیم سولفات و سدیم کلرید، اسید کلریدریک و اسید سولفوریک کدایمیک از نمک‌های سدیم با بهره بالاتر تهیه می‌شود؟ توضیح دهید. یا اینکه علیرغم اینکه طولانی‌ترین روز سال در نیمکره شمالی سی و یکم خرداد و یا یکم تیرماه است، اما گرم‌ترین روز سال نیستند.

• ارزشیابی یا خلاقیت (ابداع): سطح سؤال پیشرفته است، مانند با در دست داشتن سه اسید ضعیف و نمک‌های آن، در صورتی که ثابت تعادل اسیدی آنها به ترتیب ۳- $2/7 \times 10^{-6}$ ، $4/4 \times 10^{-9}$ و $2/6 \times 10^{-9}$ باشد، کدام اسید و نمک برای تهیه محلول بافری با $pH=8/7$ مناسب می‌باشد؟ یا اینکه متغیرهای مهم برای پیش‌بینی فصول در سیاره تازه کشف شده چیست؟ کیفیت سنتزی روش آموزش مجازی همزمان در طبقه‌بندی بلوم در شکل (۱) نشان داده شده است. در این روش کیفیت به سمت قاعده هرم یعنی به یاد سپردن افزایش می‌یابد، اما به سمت رأس هرم یعنی ارزشیابی و ابداع کاهش می‌یابد (شکل ۱) [۱].

لازم به ذکر است، فرایند آموزش معمولاً در سه سطح انجام می‌شود: آموزش در سطح داده^۲ و آن عبارت است از آموزش اعداد و یا آموزش نام یک پرنده بدون ارتباط با چیزهای دیگر. آموزش در سطح اطلاعات^۳ که در این سطح از آموزش، داده‌ها پردازش شده و حقایقی با مفهوم به دست می‌دهد که به توصیف و تعریف داده‌ها می‌پردازد. برای مثال دمای هوا تا ۱۵ درجه سانتی‌گراد افت می‌کند و یا اینکه کلاغ‌ها سیاه رنگ‌اند. آموزش در سطح دانش^۴ که یک الگو ارائه می‌دهد و سطح آن به مراتب بالاتر از آموزش داده و اطلاعات است. آموزش دانش معمولاً در پاسخ به کلماتی مانند چرا، چطور و چگونه بیان می‌شود. به عنوان

1 Advanced
2 Data
3 Information
4 Knowledge

5 Complex
6 Reading
7 Writing

افزایش می‌باشد تا بخشی از آسیب‌های آموزش مجازی کاهش یابد [۸].

تجربه دانشگاه کالیفرنیا جنوبی^۲ در ارائه درس آزمایشگاهی مقطع کارشناسی به شیوه آزمایش در خانه^۳

آموزش همه علوم، به‌ویژه سه رشته اصلی یعنی فیزیک، شیمی و زیست‌شناسی، از جایگاه ویژه‌ای در سیستم‌های آموزشی برخوردار است و به دلیل مفاهیم انتزاعی فراوان در محتوای مواد درسی این رشته‌ها، دانشجویان در آموزش با دشواری فراوانی مواجه می‌شوند. با توجه به اینکه بسیاری از دانشجویان در تجسم مفاهیم انتزاعی با مشکل روبرو می‌شود، تأکید می‌شود آموزش دروس این علوم همراه با آزمایشگاه باشد. به‌طوری‌که فعالیت‌های آزمایشگاهی جزء لاینفک اغلب دروس این رشته‌ها تلقی می‌شود [۹]. بهترین شیوه آموزش علوم تجربی روش‌های توأم با آزمایشگاه است و به عبارتی آموزش بدون آزمایش و آزمایشگاه در علوم، مانند نقاشی بدون رنگ و بوم و یادگیری رانندگی ماشین با اکتفا کردن به خواندن کتابچه آیین‌نامه راهنمایی و رانندگی می‌باشد. لازم به ذکر است، آموزش دروس آزمایشگاهی در مقطع کارشناسی شیمی از آنچنان اهمیت و ضرورتی برخوردار است که برای دریافت گواهینامه و تأییدیه از انجمن شیمی آمریکا^۴ مستلزم انجام ۴۰۰ ساعت کار آزمایشگاهی توسط دانشجو می‌باشد [۱۰]. لذا با توجه به اهمیت فراوان دروس آزمایشگاهی، روش‌های متعددی برای انجام آزمایش‌های دروس آزمایشگاهی مجازی طراحی و ارائه شده است. یکی از روش‌ها که از آن به‌عنوان محیط آزمایشگاه مجازی^۵ یاد می‌شود، آموزش دروس آزمایشگاهی با استفاده از روش‌های رایانه‌ای^۶ مبتنی بر شبیه‌سازی^۷ آزمایش و روباتیکی^۸

و مقاطع تحصیلی در سطوح کارشناسی و بعضاً کارشناسی ارشد باشد، روش آموزش مجازی همزمان پیشنهاد می‌شود. بر اساس تجربه شخصی در ارائه درس شیمی فیزیک آلی در مقطع کارشناسی ارشد به‌طور مجازی، یکی از کتب درسی^۱ که سرفصل پیشنهادی درس را پوشش می‌داد و هر فصل دارای تمریناتی نیز بود انتخاب شد و صد درصد محتوای آن با استفاده از پاورپوینت به شیوه آموزش همزمان و برخط و با استفاده از برنامه آداب-کانکت از طریق کانال دیداری (تصاویر و فرمول‌ها) و شنیداری یا گفتاری تدریس می‌شد. نتایج آن در مقایسه با روش حضوری از نظر کمی و حجمی بیشتر و از نظر کیفی نیز نسبتاً قابل قیاس با روش‌های حضوری بود.

آموزش مجازی در آموزش عالی در دوره کووید-۱۹ در چین

چین اولین کشوری بود که ویروس کووید-۱۹ در آنجا شیوع پیدا کرد. اپیدمی این ویروس در چین سبب شد آموزش در بیش از ۱۴۵۰ مراکز آموزش عالی و دانشگاه‌ها در ترم بهار ۲۰۲۰ به صورت مجازی برگزار شود. نتایج بررسی در قالب پژوهشی تحت عنوان "موفقیت‌ها و چالش‌های آموزش آنلاین و یادگیری شیمی در آموزش عالی در چین در زمان کووید-۱۹" انجام شده و نتایج این تحقیق نشان می‌دهد: معلمان و دانشجویان مدارس و دانشگاه‌های چین از آموزش مجازی در شیمی و نرم‌افزارهای پشتیبانی کاملاً راضی بودند. اگرچه آنها اعتقاد داشتند آموزش مجازی در حال حاضر به اندازه کلاس‌های سنتی و حضوری مؤثر نیستند، اما بهترین شیوه آموزش در شرایط کووید-۱۹ می‌باشد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد در مقایسه با کلاس‌های نظری، انجام آزمایش‌های دروس آزمایشگاهی که از آزمایشگاه به رایانه منتقل شده است و کار در آزمایشگاه مجازی با استفاده از رایانه و شبیه‌سازی انجام می‌شود، بزرگترین چالش در شیوه آموزش برخط می‌باشد. فناوری‌ها و سیستم عامل‌های برخط در چین به‌منظور حمایت از استادان و دانشجویان به سرعت در حال

^۱ شعبانی، احمد. (۱۳۸۸). شیمی فیزیک آلی (نظریه و کاربرد، سینتیک و مکانیسم، مولکول‌ها و حواسط‌های فعال، آروماتیسیت). تهران: انتشارات دانشگاه شهید بهشتی (کتاب ۷۰۶).

^۲ University of Southern California

^۳ At-home

^۴ American Chemical Society

^۵ Virtual laboratory environment

^۶ Computer

^۷ Simulation

^۸ Robotic

در این دوره با طراحی آزمایش‌های مناسب مفاهیمی چون pH، تیتراسیون اسید-باز، بافرها، تعادل فازها و ترمودینامیک تبیین شده است. عناوین آزمایش‌های طراحی شده شامل سنجش pH، تیتراسیون اسید و باز، تهیه محلول‌های بافر و سنجش ظرفیت آنها، اندازه‌گیری ثابت حلالیت، اندازه‌گیری ΔH° و ΔS° براساس نمودار وانت هوف^۵ می‌باشد. این دانشگاه قصد دارد شیوه آزمایش در خانه را به سایر دروس آزمایشگاهی نیز تعمیم دهد و با تهیه کیت‌های آزمایشگاهی که محتوی برخی وسایل و دستگاه‌های اندازه‌گیری است، دانشجویان را در انجام آزمایش در خانه توانمندتر کند.

به عنوان مثال شیوه انجام یکی از آزمایش‌ها که تیتراسیون اسید-باز است به شرح زیر پیشنهاد شده است:

در این تیتراسیون از سرکه سفید به عنوان اسید که محلول ۵ درصد وزنی اسید استیک در آب (سرکه سفید) می‌باشد و غلظت آن برابر با ۰/۸۷ مولار است استفاده شده است. باز انتخاب شده بیکربنات سدیم یا همان جوش شیرین است که در کیک پزی استفاده می‌شود و خلوص آن تقریباً صد در صد است و حلالیت آن در دمای صفر درجه سانتی‌گراد در آب ۶/۹ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب می‌باشد (به عبارتی محلول اشباع بیکربنات پتاسیم در آب در دمای صفر درجه سانتی‌گراد ۶/۹ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر است) و غلظت چنین محلولی ۰/۸۲ مولار می‌باشد. وسایل اندازه‌گیری در این آزمایش سرنگ بدون سوزن، قطره چکان و لیوان و یا سایر ظروف حجمی درجه‌بندی شده در آشپزخانه پیشنهاد شده است. در حین افزایش اسید، محلول بیکربنات حرارت داده می‌شود و واکنش همراه با آزاد شدن گاز CO_2 می‌باشد. نقطه پایانی تیتراسیون با توقف آزاد شدن گاز CO_2 تعیین می‌شود.

می‌باشد.^۱ علیرغم اینکه این روش امتیازاتی از قبیل سرعت در عمل و صرفه‌جویی در وقت، عدم نیاز به مواد و تجهیزات پر هزینه، ارزان بودن و ایمنی بالا، امکان تکرار آزمایش به دفعات و مکمل و ابزار کمک آموزشی خوبی در تفهیم مفاهیم دروس نظری دارد، اما از جذابیت چندانی برخوردار نیست و کنجکاوی لازم را در دانشجویان ایجاد نمی‌کند و در ضمن در آموزش مهارت‌های عملی چندان موفق نمی‌باشد [۱۱]. محیط آزمایشگاهی از راه دور^۲ روش دیگری است و در این روش دانشجو از طریق شبکه به آزمایشگاه واقعی که در دانشگاه یا مؤسسه آموزشی استقرار دارد متصل می‌شود و فعالیت آزمایشگاهی را به طریق رباتیک انجام می‌دهد. این شیوه واقعی‌تر و قابل رقابت با روش‌های سنتی حضوری است و از جذابیت بالایی نیز برخوردار می‌باشد [۱۱-۱۳]. شیوه مناسب‌تر دیگر برای آموزش دروس آزمایشگاهی، استفاده از فیلم‌ها و ویدیوهایی که برای اجرا و انجام آزمایش‌های دروس آزمایشگاهی تهیه شده است و معمولاً دسترسی به آنها از طریق آپارات^۳ و یوتیوب^۴ امکان‌پذیر می‌باشد. لازم به ذکر است یکی از اهداف سیستم‌های آموزش مجازی کاهش هزینه‌ها با حفظ کیفیت است، اما در ارائه دروس آزمایشگاهی با چالش جدی مواجه می‌باشد. علیرغم اینکه روش‌های متعددی برای ارائه دروس آزمایشگاهی به طریق مجازی و برخط طراحی و ارائه شده است، اما کماکان تأکید بر روش‌های سنتی و حضوری است [۱۴]. به طوری که با اپیدمی کووید-۱۹، دانشگاه کالیفرنیا جنوبی آزمایش‌های برخی دروس آزمایشگاهی شیمی را به شیوه آزمایش در خانه با تأکید بر سه محور به شرح زیر طراحی و پیشنهاد کرده است [۱۵]:

- مشکل ایمنی در خانه نداشته باشد،
- نیاز به تجهیزات ویژه نباشد، و
- دانشجو به‌طور مستقیم با مفاهیم پایه‌ای شیمی عمومی که در کلاس تدریس شده ارتباط برقرار کند.

^۱ به دانش آموزان دبیرستانی و بعضاً دانشجویان کارشناسی پیشنهاد می‌شود به آموزش مجازی برخی از مفاهیم مهم و برجسته در دروس علوم شیمی، زیست‌شناسی، فیزیک، ریاضی و... که به طریق شبیه‌سازی کامپیوتری در پایگاه داده (۲) ارائه شده است و به طور مجانی در اختیار همگان می‌باشد مراجعه و استفاده نمایند.

^۲ Remote laboratory environment

^۳ Apparat

^۴ YouTube

^۵ Van't Hoff

ارائه پیشنهاد برای طراحی آزمایش‌های دروس آزمایشگاهی در کشور

به عبارتی در شرایط فعلی-کووید ۱۹- در رابطه با دروس آزمایشگاهی چه باید کرد؟

فعالیت‌های آزمایشگاهی در آزمایشگاه‌های دستی^۱ نقش بسیار مهمی نه تنها در فهم و درک عمیق‌تر مباحث نظری در کلیه رشته‌های دانشگاهی به‌ویژه در علوم برای دانش‌آموزان و دانشجویان دارد، بلکه از طریق آزمایش‌ها مهارت‌های عملی آنها نیز افزایش می‌یابد. اگرچه آزمایشگاه‌های دستی پرهزینه و زمان‌بر است، اما با توجه به اهمیت آنها اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. خوشبختانه با در خدمت قرار گرفتن فناوری‌های نوین در فناوری‌های آموزشی^۲، آزمایشگاه‌های مجازی^۳ وب-پایه^۴ به‌عنوان جایگزین بسیار ارزان و ایمن در بسیاری از کشورها طراحی شده است تا بستر آموزش و یادگیری به‌ویژه در سطوح مدارس را تسهیل و ارتقا دهد [۱۶،۱۷]. در دوره کووید-۱۹ استفاده از آزمایشگاه‌های مجازی و یا سایر روش‌های که مبتنی بر عدم تجمع و حضور در دانشگاه باشد، اهمیت مضاعف پیدا کرده است. با توجه به کاهش هزینه‌های آموزش در دوره کووید-۱۹، توصیه می‌شود: الف- از محل صرفه‌جویی هزینه‌ها، آزمایشگاه‌های مجازی برای مقاطع مختلف مدارس و بعضاً برخی از دروس آزمایشگاهی دانشگاهی طراحی و تدوین شود. ب- برای بسیاری از دروس آزمایشگاهی دانشگاهی آزمایش در خانه با تأکید بر ایمنی و ارزان بودن تدارک شود. برای رعایت ایمنی، جایگزینی آزمایش‌های سنتی پرخطر با طراحی آزمایش‌ها جدید و ایمن پیشنهاد می‌شود. به منظور کاهش هزینه‌ها و توانمندسازی دانشجویان، دانشگاه‌ها اقدام به تهیه کیت‌های آزمایشگاهی انفرادی به آزمایش‌های هر درس آزمایشگاهی نمایند، و دانشجویان موظف باشند پس از استفاده در پایان ترم آنها را به دانشگاه عودت دهند تا در ترم‌های بعدی استفاده شود. به عنوان مثال آزمایشگاه شیمی عمومی (I) یکی از دروسی است که دانشجویان اغلب رشته‌های علوم، مهندسی و پزشکی این آزمایشگاه را در دوره کارشناسی می‌گذرانند. بر اساس یکی از

منابع علمی [۱۸] این درس دارای هجده آزمایش است و بیش از دوازده آزمایش آن را (از قبیل تعیین عدد آوگادرو به روش شمارشی، کروماتوگرافی، تیتراسیون اسید و باز، صعود نقطه جوش، تعیین چگالی، تعیین جرم مولکولی از روی نزول نقطه انجماد و...) می‌توان در قالب آزمایش در خانه اجرا کرد. لازم به ذکر است تعداد آزمایش‌هایی که دانشجویان در یک ترم موفق به انجام آن می‌شوند، معمولاً بین دوازده تا چهارده آزمایش می‌باشد.

در رابطه با آزمایش در خانه و طراحی و جایگزینی برخی آزمایش‌ها پرخطر و یا غیرقابل اجرا به دلیل نیاز به وسایل و دستگاه‌های تخصصی، آزمایش تهیه صابون از روغن‌های خوراکی نباتی و سدیم هیدروکسید که به‌عنوان لوله بازکن فاضلاب آشپزخانه‌ها و معمولاً با نام تجاری چنته در فروشگاه‌ها عرضه می‌شود، پیشنهاد می‌شود. البته با کمی تأمل برخی از پخت و پزهای معمول در خانه را می‌توان جایگزین برخی آزمایش‌های مرسوم آزمایشگاهی که بعضاً جذاب نیز نمی‌باشند نمود. به‌عنوان مثال پخت برنج یکی از این موارد است. با علم به اینکه بیش از ۶۰ درصد برنج خام متشکل از نشاسته^۵ است و نشاسته یکی از مهمترین ترکیبات آلی کربوهیدراتی است می‌تواند مبنای یکی از بهترین آزمایش‌های شیمی آلی و یا حتی شیمی عمومی باشد. پخت برنج به دو شکل کته کردن و آبکشی (دم کردن) انجام می‌شود. در روش پخت آبکشی، برنج ۲ الی ۳ ساعت در محلول آب نمک خیس می‌شود. سؤالانی از قبیل موارد زیر که پاسخ همه آنها را در مباحث علمی شیمی باید یافت سبب می‌شود دانشجو با واقعیت‌های زندگی خود که مبتنی بر شیمی است، بیشتر عجین شود و عبارت شیمی و اجتماع در آنها بیشتر تفهیم و تداعی شود. نقش نمک در فرایند خیس کردن برنج چیست؟ چرا برنج به جای آب نمک در آب خیس نمی‌شود؟ در صورت استفاده از آب چه اتفاقی برای برنج رخ خواهد داد؟ اصلاً چرا برنج در روش پخت به روش آبکشی، باید در آب خیس شود؟ ارزش غذایی برنج پخته شده در کدام شیوه پخت بیشتر است؟ و چرا؟ دانشجو برای پاسخگویی به

¹ Hands-on laboratories

² Educational technology

³ Virtual laboratories

⁴ Web-based

⁵ Starch

آموزش و آزمایش در خانه در دوره اپیدمی و همه‌گیری کووید-۱۹

- با توجه به اینکه در آموزش مجازی تا حدود زیادی هزینه‌ها کاهش می‌یابد (ایاب و ذهاب، خوابگاه، و...)، صرفه‌جویی در هزینه‌ها برای ارتقای زیرساخت‌های آموزش مجازی هزینه‌ها را کاهش می‌دهد. در دانشگاه‌ها، آموزش عالی و انجمن‌های علمی درگاه‌هایی به‌منظور اشتراک‌گذاری تجربیات موفق معلمان و استادان در حوزه آموزش ایجاد شود.

- به مسئولان آموزش و پرورش و آموزش عالی کشور پیشنهاد می‌شود از بودجه صرفه‌جویی شده در زمان ویروس کووید-۱۹، آزمایشگاه‌های مجازی به‌ویژه در سطح مدارس راه‌اندازی و زیرساخت آن فراهم شود.

به امید روزی که از طریق دانش دورنوردی^۱، امکان انجام آزمایش در آزمایشگاه و یا در خانه از طریق دورنوردی به حقیقت به پیوندد و محققان کشور نیز در دست‌یابی به این دانش نقش خود را پررنگ ایفا نمایند [۱۹-۲۱] (۳).

تقدیر و تشکر

از استاد و دانشمند ارجمند جناب آقای دکتر موسوی موحدی -استاد بیوشیمی فیزیک دانشگاه تهران- که حوصله به‌خرج دادند و مقاله ارسالی را به دقت مطالعه، ویرایش علمی و پیشنهادات ارزنده‌ای در جهت ارتقای کیفی آن ارائه فرمودند، کمال امتنان و تشکر را دارم.

* شماره در براکت منظور منابع و مواخذ است و شماره در پرانتز منظور وبگاه است.

پایگاه داده‌های دیده شده در این مقاله

(1). When, Why, and How to Use Synchronous vs. Asynchronous Communication: https://oit.utk.edu/wp-content/uploads/handout_synch_asynch.pdf

(2). PhET: Free online physics, chemistry, biology, earth science and math simulations for teaching STEM topics, University of Colorado Boulder: <https://phet.colorado.edu/>

(3). DNA Molecules Can 'Teleport,' Nobel Winner Says PC World: https://www.pcworld.com/article/216767/dna_molecules_can_teleport_nobel_winner_says.html

این سوالات نه تنها باید شیمی نشاسته و برنج را به خوبی آموخته و مسلط باشد، بلکه با مفاهیم انواع اثر نمک^۱ (نمک زدن برای کاهش حلالیت^۲ در فرایند صابون‌سازی، نمک زدن برای تغییر در تعادل-اصل لوشاتلیه^۳ یا اثر یون مشترک^۴ و یا خودداری از نمک زدن برای افزایش حلالیت^۵ و بالاخره اثر ویژه نمک) و کاربرد آنها و موضوع بسیار مهم حلالیت در شیمی کاملاً آشنا شود.

نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادات

بدیهی است در دوره اپیدمی کووید-۱۹، وظایف هر یک از ما در وهله اول ارائه تجربیات موفق خود در شیوه آموزش مجازی است تا با تضارب آرا کیفیت در آموزش دانشگاهی ارتقاء یابد. با توجه به هزینه‌های سرسام‌آور آموزش‌های حضوری اعم از بخش دولتی و بخش خصوصی و متقاضیان فراوان برای گذراندن دوره‌های آموزشی حرفه‌ای و تخصصی در مقاطع تحصیلی بالاتر، روش آموزش مجازی فرصتی است برای کاهش هزینه‌ها به‌ویژه برای کسانی که هزینه آموزش را می‌بایست شخصاً با اشتغال و کار خود تأمین نمایند. با توجه به اینکه در روش مجازی برای دانشجویان فرصت کار جنبی فراهم می‌شود، لذا از این طریق بخشی از هزینه آموزش را خود می‌توانند تأمین کنند. و اما پیشنهادات:

-برای اغلب دروس نظری شیمی به‌ویژه در مقاطع کارشناسی و کارشناسی ارشد روش مجازی همزمان و برای رفع اشکال و حل مسائل و تمرینات روش مجازی ناهمزمان پیشنهاد می‌شود. -برای ارائه دروس مقطع دکتری، روش مجازی ناهمزمان و ترکیبی پیشنهاد می‌شود.

-برای دروس آزمایشگاهی آزمایش در خانه پیشنهاد می‌شود. برای رعایت ایمنی بیشتر، آزمایشهای سنتی پرخطر با طراحی آزمایش‌ها جدید و ایمن جایگزین شود.

-حمایت و تشویق دانشگاه‌ها از شرکت‌های دانش بنیان در تهیه کیت‌های آزمایشگاهی انفرادی برای اجرای آزمایش‌های دروس آزمایشگاهی هر درس در توانمندسازی دانشجویان در انجام آزمایش در خانه،

¹ Salt effect

² Salting out

³ Le Chatelier's principle

⁴ Common ion pair

⁵ Salting in

⁶ Teleportation

منابع و مؤاخذ

- Challenges and constrains; Auer M., Zutin D., Eds.; Online engineering & internet of things, Columbia University; Springer: New York, pp 125–131.
- [17]. Rita M. Powell, Helen Anderson, Jan Van der Spiegel, and David P. Pope (2002). Using web-based technology in laboratory instruction to reduce costs, *Computer Applications in Engineering Education*, 10(4), 204-214.
- [18]. Jessica L. Andrews, Juan Pablo de Los Rios, Mythreyi Rayaluru, Seungwon Lee, Lilly Mai, Anna Schusser, and Chi H. Mak (2020). Experimenting with at-home general chemistry laboratories during the COVID-19 pandemic, *Journal of Chemical Education*, 97 (7), 1887-1894.
- [19]. Aljuhani K., Sonbul M., Alhabiti M., Meccawy M. (2018). Creating a Virtual Science Lab (VSL): the adoption of virtual labs in Saudi schools. *Smart Learn. Environ.*, DOI: 10.1186/s40561-018-0067-9
- [20]. Waldrop M. M. (2013). The virtual lab., *Nature*, 499, 268–270.
- [۲۱]. سعیدی، محمدرضا و خواجه پور، سیروس (۱۳۷۶). دستور کار آزمایشگاه شیمی عمومی ۱، مرکز نشر دانشگاهی.
- [22]. Geoff S. Baldwin, Nicholas J. Brooks, Rebecca E. Robson, Aaron Wynveen, Arach Goldar, Sergey Leikin, John M. Seddon, and Alexei A. Kornyshev, (2008). DNA double helices recognize mutual sequence homology in a protein free environment, *J. Phys. Chem. B*, 112, 4, 1060–1064.
- [23]. Montagnier L., Aissa J., Giudice E. Del, Lavalley C., Tedeschi A., and Vitiello G., (2011). DNA waves and water, *Journal of Physics Conference Series*, 306(1):012007, DOI:10.1088/1742-6596/306/1/012007
- [۲۴]. کریمیان، شکراله (۱۳۹۶). درهم-تنیدگی کولتومی رویکردی علمی به سوی دورنوردی انسان، شماره دوم، خرداد ماه، صفحات ۱۲۸–۱۲۲.
- [1]. Hrastinski, S. (2008). Asynchronous and synchronous E-learning, *EDUCAUSE Quarterly*, 31(4).
- [2]. Pierre-Edouard Danjou, (2020). Distance teaching of organic Chemistry tutorials during the COVID-19 pandemic: Focus on the use of videos and social media, *Journal of Chemical Education*, DOI: 10.1021/acs.jchemed.0c00485
- [3]. Sir John Daniel (2020). Education and the COVID-19 pandemic, *Prospects*, DOI: 10.1007/s11125-020-09464-3
- [4].
- [5]. Fadde, P. J., & Vu, P. (2014). Blended online learning: Benefits, challenges, and misconceptions. In P. R. Lowenthal, C. S. York, & J. C. Richardson (Eds.).
- [6].
- [7]. Lowenthal, P. R.; Dunlap, J. C. & Snelson, C. (2017). Live synchronous web meetings in asynchronous online courses: Reconceptualizing virtual office hours. *Online Learning Journal*, 21(4), 177-194.
- [8].
- [9]. Jayden Wei Jie Ang (2020). Scaffolded inverse blended learning: An approach to teach an online general chemistry course, *Journal of Chemical Education*, DOI:10.1021/acs.jchemed.0c00436
- [۱۰]. شعبانی، احمد (۱۳۹۸). خلاقیت و اکتشاف، نشریه نشاء علم، شماره دوم، خرداد ماه، صفحات ۶۲–۵۴.
- [11]. Jie Huang (2020). Successes and challenges: Online teaching and learning of chemistry in higher education in China in the time of COVID-19, *Journal of Chemical Education*, DOI:10.1021/acs.jchemed.0c00671
- [12]. Zeynep T., Alipaúa A. (2010). Virtual laboratory applications in chemistry education, *Procedia Social and Behavioral Sciences* 9, 938–942.
- [13]. Committee on Professional Training. Undergraduate Professional Education in Chemistry: ACS Guidelines and Evaluation Procedures for Bachelor's Degree Programs; American Chemical Society: Washington, DC, 2015.
- [14]. Cory Hensen, Jack Barbera (2019). Assessing affective differences between a virtual general chemistry experiment and a similar hands-on experiment, *Journal of Chemical Education*, 96, 2097–2108.
- [15]. Ma, J., Nickerson, J. V. (2006). Hands-on, simulated, and remote laboratories: A comparative literature review. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 38 (3), 7.
- [16]. Herranz J., Carro G., Contreras A., Camacho E. M., GarciaLoro F., Gil M. C. (2018). From a hands-on chemistry lab to a remote chemistry lab: