

ویژه نامه چهارمین همایش ملی دانش آموزش محتوا (PCK) در رشته آموزش علوم تجربی

مروری بر انواع روش های تدریس خلاقانه و اثربخش در علوم تجربی

فاطمه معینی^۱، حسن میرحاج^۲

دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۲۹

پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۰۲

چکیده

در حال حاضر اهمیت آموزش علوم تجربی به طور گسترده ای در میان محققان و متخصصان آموزشی مورد توجه قرار گرفته است. امروزه مربیان و کارشناسان آموزش علوم تجربی در خصوص روش های تدریس اثربخش این علوم با نظرات، چالش ها و تردیدهای فراوانی روبرو شده اند. در این راستا مربیان به صورت تخصصی تری بر روی روش های علمی بهینه و کارآمد آموزش علوم تجربی در جهت فاصله گرفتن از رویکردهای نظری و سنتی متمرکز شده اند. روش های تدریس علوم تجربی شامل رویکردهای سیستماتیک است که برای دستیابی به اهداف آموزشی مرتبط با رشد آتی فراگیران اجرا می شود و به همین دلیل حرفه ای بودن مربی تاثیر این آموزش ها را به میزان قابل توجهی افزایش می دهد. هدف این مقاله مروری، تحلیل روش های مهم تدریس در حوزه ی آموزش های علوم تجربی با استفاده از تحقیقات صورت گرفته ی پژوهشگران و متخصصان آموزشی است. با توجه به عوامل ذکر شده، مربیان علوم تجربی می توانند با توجه به سطح خلاقیت خود و موضوع آموزشی مورد بحث، با استفاده از یک یا چند روش بررسی شده در این پژوهش، آن ها را جایگزین تکنیک های آموزشی سنتی متداول نموده و اثربخشی تدریس خود را دو چندان سازند.

کلیدواژه ها: علوم تجربی، روش های تدریس، فراگیر، خلاقانه، اثربخش

۱. دکتری تخصصی زیست شناسی (میکروبیولوژی)، دبیر ناحیه ۴ اداره آموزش و پرورش اصفهان

۲. استادیار، دکتری تخصصی میکروبیولوژی، دانشگاه امام حسین علیه السلام

مقدمه

تدریس، سلسله فعالیت‌های منظم، هدفدار و از پیش طراحی شده‌ای است که هدف آن ایجاد شرایط مطلوب یادگیری است. فعالیت‌هایی که به صورت تعامل و رفتار متقابل بین مربی و فراگیر جریان دارد و باعث تأثیرگذاری ویژگی‌ها و رفتار مربی در فعالیت‌ها و اعمال شاگردان می‌شود و از ویژگی‌ها و رفتارهای آنان نیز متأثر می‌گردد (سیف، ۱۴۰۱). از سوی دیگر عمده‌ترین وظایف نظام‌های آموزشی، تجهیز دانش-آموزان به دانش روز با استفاده از روش‌های صحیح و مؤثر تدریس است (اسلامیان و همکاران، ۱۳۹۲). موفقیت تحصیلی و انگیزه یادگیری دانش‌آموزان تا حد قابل توجهی بستگی به میزان توانایی درگیر کردن مربی، علاقه دانش‌آموزان، انتخاب روش‌های تدریس و مهارت آن‌ها در روند یادگیری دارد. یکی از مشکلات نظام آموزش، استفاده بیش از حد مربیان از روش‌های تدریس سنتی و غیرفعال است که هدف اساسی آن انتقال معلومات از ذهن مربی به دانش‌آموزان است، در این حالت ذهن دانش‌آموز به انباری از اطلاعات تبدیل می‌شود که تناسبی با نیاز و اندیشه‌های او ندارد (Abeire, 2014). علاوه بر این، بسیاری از متفکران تعلیم و تربیت بر این باورند که حاکمیت روش‌های تدریس سنتی سبب فقر فکری دانش‌آموزان می‌شود (ایمانی و همکاران، ۱۳۹۸) ایجاد نوآوری و تغییر در روش‌های تدریس، در حال حاضر نظام‌های آموزشی دنیا را درگیر کرده است به طوری که رعایت آن، تناسب میان محتوا و روش‌های آموزشی با دوره‌های بعدی زندگی دانش‌آموزان را می‌تواند میسر سازد (Aydede & Kesercioglu, 2010). در روش‌های نوین آموزشی فراگیر و علایق و توانمندی‌های او در مرکز توجه قرار دارد و مربی توانایی فراگیران را تقویت می‌کند. مربی هنگام تدریس از وسایل و امکانات آموزشی استفاده می‌کند و از طریق تمرین و فعالیت‌های متنوع، یادگیری مؤثر را به عهده فراگیران می‌گذارد و آنان را در تحقق اهداف و یادگیری مفاهیم درس دخالت می‌دهد. مربی، راهنما و هدایت‌کننده‌ای است که پا به پای فراگیر مسیر آموزشی را طی کرده و به او کمک می‌کند تا درس را به طور عمیق و از روی علاقه یاد گیرد (صفوی، ۱۳۹۸). شواهد و بررسی‌های نوین آموزشی نشان می‌دهد اگر خواهان بهبود یادگیری دانش‌آموزان و ارتقای نظام آموزشی به سمت اهداف متعالی هستیم باید نسبت به کاربرد و ترویج روش‌های نوین تدریس در مدارس کوشا باشیم (میردریکوند و همکاران، ۱۳۹۴). رسیدن به مرزهایی که بتوان همانند کشورهای توسعه یافته از ظرفیت‌های علم و فناوری بهره‌مند شد، جز از طریق دگرگون کردن نظام آموزشی و

جانشین ساختن آن با یک نظام مؤثر و کارآمد، امکانپذیر نیست (اوستا و همکاران، ۱۳۹۸). لازمه این آموزش ایده آل، تدریس خوب و اثربخش مربی به واسطه ی برقراری یک ارتباط تعاملی است تا ارتقاء سطح یادگیری فراگیران را باعث شود. اثربخشی تدریس عموماً یک مفهوم کیفی است نه کمی اما امکان این وجود دارد که به وسیله فرآیندهایی مانند ارزشیابی دانش آموز تا حدودی به عملکرد مربی پرداخت. در عصر حاضر که تکنولوژی‌های آموزشی در کنار سایر فناوری‌ها به صورت شتابانی در حال گذر است، شناخت روش‌های نوین تدریس می‌تواند مفید به فایده باشد. اما باید دانست هر چند این سطح اثرگذاری در شیوه‌های نوین تدریس برجسته‌تر است لکن استفاده از برخی فنون تدریس سنتی مانند روش سخنرانی در کنار استفاده از روش‌های نوین، مثل نمایش عملی می‌تواند به طرز معجزه آسایی در ذهن دانش آموز نفوذ کند. به همین خاطر نمی‌توان به راحتی از برخی کارکردهای خوب روش تدریس سنتی عبور کرد. روش‌های تدریس سنتی مزایایی هم چون ایجاد علاقه در مورد موضوع توسط مربی، راحت به دست آوردن دانش، اطلاعات جدید و توضیح رویدادها به وسیله دانش آموزان، درک بهتر و روشن تر از موضوع و پوشش محتوایی بالا در مدت زمان کوتاه دارند اما محدودیت عمده این روش، فعالیت و مشارکت نسبتاً کم دانش آموزان و منفعل بودن آنان است (Ajaja, 2013). به همین دلیل بسیاری از نظام‌های آموزشی پیشرفته دنیا، رویکردهای سنتی تعلیم و تربیت مانند مربی محوری و روش‌های تدریس مانند سخنرانی را کنار گذاشته و به شیوه‌های نوین یاددهی-یادگیری روی آورده‌اند (میردریکوند و همکاران، ۱۳۹۴). به هر حال این تشخیص مربی است که با توجه به منابع در دسترس خود و مکان و زمان ارائه آموزش، از چه روش یا روش‌های سنتی یا نوینی جهت اثربخشی بیشتر تدریس خود استفاده نماید. یک مربی خوب باید بداند که چگونه می‌تواند الگوها و روش‌های نوین تدریس را با یکدیگر ترکیب نموده و با شناخت نقاط قوت و ضعف دانش آموزانش، در نهایت یک تدریس اثربخش در کلاس درس داشته باشد (Veselinovska, 2011). محققین به این نتیجه رسیدند که جامعه امروز به افراد متفکر و خلاق نیاز دارد و تغییر روش‌های تدریس و استفاده از روش‌های تدریس فعال بیش از پیش ضروری است. از طرفی دیگر آموزش عالی به عنوان نیروی محرک توسعه پایدار و حرکت به سوی جامعه معرفتی، دارای نقشی راهبردی است (سرمدی و صیف، ۱۳۹۸). علاوه بر آن، نهاد یاد شده در مزیت رقابتی کشورها در سطح منطقه‌ای و بین‌المللی نقش تعیین‌کننده‌ای ایفا می‌کند (بازرگان و عامری، ۱۳۸۹). به اعتقاد شعبانی (۱۳۹۲) تدریس

فعالیتی آگاهانه است که براساس اهداف خاص و بر پایه وضع شناختی شاگردان انجام می گیرد و در آنان تغییر ایجاد می کند (شعبانی، ۱۳۹۲).

بیان مسئله:

تدریس اثربخش تدریسی است که بتواند مطالب آموزشی را به خوبی به شاگرد و یا اکثر شاگردهایی که در کلاس حضور دارند انتقال دهد و باعث ایجاد انگیزه و علاقه در ایشان برای یادگیری بیشتر و تحقیق و انجام تمرینات گردد. مربیانی که بتوانند دانش آموزان خود را به درس علاقه مند سازند و در آنها برای یادگیری بیشتر و بهتر انگیزه ایجاد نماید در حقیقت تدریس خوب و اثربخشی داشته اند. بنابراین یک روش و شیوه خاص تدریس را نمی توان به عنوان تنها راهکار و بهترین شیوه تدریس در نظر گرفت (صالحی، ۱۳۸۲؛ ظهور و اسلامی نژاد ۱۳۸۱). تدریس اثر بخش برای درس های تئوری و عملی می تواند متفاوت باشد و برای هر درسی و به نسبت سن فراگیران و تعداد ایشان در کلاس و پارامترهای دیگری می تواند شیوه تدریس تغییر کند. در واقع می توان گفت: اگر دانش آموزان درس را به خوبی بفهمند و برای یادگیری درس انگیزه بالایی داشته باشند، نحوه تدریس این مربی اثربخش است. مربی برای ارائه یک آموزش اثربخش و ایجاد تغییر در فراگیر می بایست به مانند یک نویسنده آگاه، روش یا روش های تدریس خود را بر اساس طراحی منظم و هدفدار (طرح درس) و با لحاظ محدودیت ها و منابع موجود، نوشته و سپس به مانند یک بازیگر حرفه ای به اجرای سناریوی آموزشی خود پردازد و هر کجا که لازم بود جهت تغییر در نگرش و رفتار دانش آموزان، از چاشنی خلاقیت و مدیریت در صحنه استفاده نماید. یکی از مهم ترین موضوعاتی که باید مورد توجه مربیان علوم تجربی مدارس قرار گیرد، شیوه تدریسی است که برای ارائه این نوع دروس در کلاس درس استفاده می شود، لذا با توجه به گستره ی آموزش های متنوع دروس علوم تجربی، همچنین پیچیدگی تدریس و دشواری های خاص مرتبط با آن؛ مربیان علوم تجربی می بایست برای انتقال بهتر مفاهیم و موضوعات درسی به فراگیران، از خلاقانه ترین و در عین حال اثربخش ترین روش ها در فرآیند آموزش و یادگیری فراگیران بهره گیرند. هر کشوری برای افزایش اقتدار، امنیت و توسعه همه جانبه، نیازمند توسعه علم و فناوری است و علوم تجربی نقش بارزی در این زمینه ها ایفا می کنند. مطالعات مختلف نشان داده است که بعضی علوم نقشی راهبردی و مهم در جهان آینده دارند که در میان آنان علوم تجربی مهمترین علم جهان حاضر محسوب می شود و با توجه به وابستگی کشف رازهای طبیعت با این علم، می تواند نقش مؤثری در حل مشکلات جهان داشته باشد. به همین دلیل مراکز تحقیقات راهبردی جهان در حال برنامه ریزی برای پیشگامی و برتری در عرصه علوم تجربی هستند. علوم تجربی با توصیف،

پیش‌بینی و درک پدیده‌های طبیعی مبتنی بر شواهد تجربی ناشی از مشاهده و آزمایش، سر و کار دارد و در آن، سازوکارهایی مانند بازنگری دقیق و تکرارپذیری یافته‌ها برای اطمینان از اعتبار اکتشافات‌های علمی به کار گرفته می‌شود. اگرچه به علوم تجربی در نیم قرن اخیر توجه شایانی شده است، اما اولین دانش‌های مرتبط با این علوم، از زمان‌های بسیار دور مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. فلسفه طبیعی در اوایل تمدن‌های باستانی میان رودان، مصر، شبه قاره هند و چین مورد مطالعه قرار گرفت. با این حال، ریشه‌های علوم تجربی و گرایش به مطالعه طبیعت اغلب به یونان باستان برمی‌گردد. در حالی که مطالعه رسمی علوم تجربی به بقراط (حدود ۴۶۰-۳۷۰ سال قبل از میلاد) برمی‌گردد، اما ارسطو (۳۸۴-۳۲۲ قبل از میلاد)، گسترده‌ترین سهم را برای توسعه علوم تجربی به کار گرفت. نقش برجسته او در تاریخچه شناسی جانوران و کارهای دیگری وی با تکیه بر طبیعت‌گرایی و فعالیت‌های تجربی دیگری که بر روی علت و معلولی و تنوع زندگی متمرکز بود، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در عصر حاضر تدریس علوم تجربی، نه تنها اهمیت خود را از دست نداده بلکه به مراتب افزایش یافته است. آموزش صحیح و اثربخش علوم تجربی به فراگیران این امکان را می‌دهد تا به درک بالاتری از موضوعات علوم طبیعی دست یابند که این درک، نه تنها تصمیمات مربوط به انتخاب شغل آینده فارغ التحصیلان را تسهیل می‌کند بلکه یک جامعه تحصیل کرده و دارای توسعه پایدار ارائه می‌دهد (ایمانی و همکاران، ۱۳۹۸). با توجه به جمیع موارد بیان شده در بالا، هدف از انجام این تحقیق، مروری بر انواع روش‌های تدریس علوم تجربی و بیان نقاط قوت و ضعف هر یک با توجه به ضرورت‌های علمی و توسعه‌ای می‌باشد.

روش تحقیق و گردآوری داده‌ها:

پژوهش حاضر از نوع مروری و روش تحقیق مورد استفاده روش کتابخانه‌ای یا اسنادی است. پژوهش اسنادی بر مبنای استفاده از اسناد و مدارک است. کاربرد این روش زمانی است که محقق درصدد شناسایی تحقیقات قبلی در مورد آن موضوع برآمده باشد (ساروخانی، ۱۳۹۳). در مسیر انجام این پژوهش کیفی سعی گردیده تا با مطالعه کتابخانه‌ای انواع روش‌های نوین و خلاقانه تدریس که در بیش از ۶۰ مقاله علمی پژوهشی داخلی و خارجی به آن‌ها اشاره شده بود و تطبیق آن با الزامات آموزش علوم تجربی در مدارس، ده روش از اثربخش‌ترین شیوه‌های مذکور شناسایی و مورد بحث و واکاوی قرار گیرد.

۱- تعاریف و اصطلاحات

۱-۱ تعریف تدریس:

تدریس فرآیندی گروهی و تعاملی دو طرفه است که طی آن فرگیر و آموزش دهنده هر دو از یکدیگر تاثیر پذیری دارند. در واقع تدریس اقدامات هدف داری است که توسط معلم، طراحی، اجرا و ارزشیابی

می‌شود. در واقع تدریس مجموعه مهارت‌هایی را شامل می‌شود که قبل، ضمن و پس از اجرای فرآیند تدریس صورت می‌گیرد و امکان آموزش به فراگیران را فراهم می‌نماید و به آن‌ها کمک می‌کند تا بر اساس شرایط فراهم شده، سبک یادگیری خود و اهداف مورد نظر به یادگیری ناآل گردند (سیف، ۱۴۰۱؛ جوادیان و همکاران، ۱۳۸۲).

۲-۱ تعریف یادگیری:

یادگیری در واقع عبارت است از انجام عملکردهای ویژه و مورد نظر بر اساس کسب دانش و مهارت‌های عقلی و سازمان یافتن ارزش‌های خاص در یادگیرنده، به صورتی که بتواند از طریق یادگیری، چگونه یاد گرفتن و توانا شدن در تصمیم‌گیری و حل مسئله، در موقعیت‌های طبیعی زندگی فردی، اجتماعی و حرفه-ای نسبت به حل مسائل بطور مناسب و مقتضی اقدام نماید (صالحی، ۱۳۸۲).

۳-۱ تدریس اثربخش:

دستیابی به یک تدریس ایده‌آل و اثربخش مستلزم پیوندهای محکمی بین اهداف درس و روش یاددهی-یادگیری فراگیران است. منظور از تدریس اثربخش مجموعه‌ای از عملکردها و ویژگی‌های آموزش دهنده است که باعث دستیابی به اهداف آموزشی و یادگیری فراگیر می‌شود. البته یادگیری به عوامل متعدد دیگری از جمله رفتارهای فراگیر، انگیزه یادگیری، محتوای برنامه درسی و محیط بستگی دارد، ولی پژوهشگران نشان داده‌اند که تدریس اثربخش در پیشرفت تحصیلی و یادگیری فراگیر از سایر عوامل مهم‌تر است. با یک تعریف کلی، تدریس اثربخش باید منظم و برانگیزاننده باشد و موجب علاقه‌مندی فراگیران شود (ظهور و اسلامی نژاد، ۱۳۸۱؛ Brown & Atkinson, 2003).

۲- دشواری‌های تدریس و یادگیری دروس علوم تجربی

وجود برخی سختی‌ها در علوم تجربی سبب شده تا برخی دانش‌آموزان برای یادگیری این دروس بی‌انگیزه باشند. یکی از مهم‌ترین علل این کم‌رغبتی، کاربردی احساس نکردن این آموزش‌هاست یعنی دانش‌آموزان در برخی از روش‌های سنتی تدریس، ارتباط کمی بین موضوع‌های علوم تجربی و کاربردهای آن در زندگی روزمره می‌یابند. لذا یکی از وظایف مربیان ایجاد ارتباط بین موضوعات مختلف علوم تجربی و زندگی بشری است، تا بدین واسطه یادگیری برای دانش‌آموز آسان‌تر و لذت بخش‌تر گردد. با مطالعه‌ای که روی ۱۷۷ دانش‌آموز دوره متوسطه دوره در ترکیه انجام شد، مشخص شد که دانش‌آموزان در زمینه مباحثی مانند تقسیم سلولی، ژنتیک، هورمون‌ها، تنفس هوازی و چرخه عناصر مشکل دارند. کایمر^۱ در سال ۲۰۱۲ بیان کرد که ماهیت موضوع تدریس، عادت‌های یادگیری دانش‌آموزان، نگرش منفی دانش

¹ Cimer

آموزان نسبت به موضوع درس و فقدان منابع کافی عمده‌ترین علت‌های بازدارنده دانش آموز از فرآیند یادگیری است و هرگونه اصلاح در زمینه عادت‌های یادگیری و شکل آموزش و روش رفتار با دانش آموزان به یادگیری علوم تجربی کمک می‌کند (Cimer, 2012). بخشی از مشکلات دانش آموزان در دانشگاه به بدفهمی دروس علوم تجربی در دوران دبیرستان برمی‌گردد. در مطالعات نشان داده شده است که با بکارگیری و استفاده از مدل‌های شبیه سازی شده، تصاویر، ویدیوها و فعالیت‌های آزمایشگاهی بخصوص در مباحث ژنتیک می‌توان بخشی از این بدفهمی‌ها را برطرف نمود. اگر چه این موضوع لزوماً بدین معنی نیست که این ابزارها می‌توانند خلاقیت را افزایش دهند. بنابراین، حل مشکلات یادگیری فقط در فراهم کردن وسایل یادگیری و آموزش نیست، بلکه آموزش مهارت‌های خلاقانه هم هست. حل مشکلات یادگیری می‌تواند مسیر آموزش را هموار نماید و هموار شدن مسیر یادگیری مقدمه‌ای برای آموزش خلاق می‌باشد (Kubika, 2007). بین خلاقیت در تدریس و یادگیری علوم تجربی ارتباط نزدیکی وجود دارد که می‌توان از آن برای یادگیری علوم تجربی استفاده کرد. این راهی جدید برای حل مسائل و مشکلات یادگیری دانش آموزان است (Kaufmann and Stemberg, 2010)

۳- خصوصیات مربیان علوم تجربی دارای تدریس خلاقانه و اثربخش

ده خصوصیت کلیدی برای مربیانی که می‌خواهند یک تدریس خلاقانه و اثربخش در حوزه ی علوم تجربی داشته باشند عبارتند از: ۱- کسب دانش لازم در موضوع درس و محتوا ۲- ارائه ندادن اطلاعات تکراری و کسل کننده به فراگیر ۳- تجربه و تخصص کافی در آموزش علوم تجربی ۴- داشتن مهارت‌های فنی تعلیم و تربیت شامل یادگیری، استفاده از راهبردهای تدریس و توانایی اجرای آن ۵- مهارت سنجش از خود و داشتن توانایی در انتقاد از خود ۶- روابط خوب با دانش آموزان ۷- توانایی‌های مدیریتی ۸- ارائه توضیحات جالب، خوب و ساده متناسب با درس ۹- سنجش و ارزیابی به این مضمون که برای بهبود کیفیت یادگیری دانش آموزان سنجش و ارزیابی پس از پایان درس ضروری است. ۱۰- داشتن طرح درس خوب که یکی از جنبه‌های مهم تدریس اثربخش است. در طرح درس سه عنصر عمده وجود دارد، اولین عنصر هدف کلی است. دومین مورد توجه قرار دادن محیط، فعالیت‌ها و توالی آن‌ها از نظر اثربخشی و سومین عنصر، ارزشیابی پیشرفت آموزشی دانش آموزان است، به طوری که مربی بتواند موفقیت آمیز بودن درس را ارزیابی کند. ارزیابی موفقیت آمیز بودن درس، موارد بسیاری را شامل می‌شود، از یک طرف مربی باید به نتایج اثربخشی آموزش توجه داشته باشد و از طرف دیگر باید مباحث عملی را پیگیری کند (Tomazic and Vidic, 2009)

۴- روش‌های تدریس اثربخش علوم تجربی:

۴-۱ روش مشارکتی^۱

این روش یک پیشرفت جدید در حوزه ی آموزش علوم تجربی است و مربیان در این روش عمدتاً به عنوان تسهیل کننده در نظر گرفته می شوند. در روش مشارکتی فراگیران به گروه های کوچک تقسیم می شوند و در درون هر گروه مطلبی مورد بحث و تبادل نظر قرار می گیرد، سپس گروه های کوچک، جمع بندی خود را از مباحث تبادل نظر شده به کلاس ارائه می دهند. در پایان درس، مربی با طرح سؤالات غنی سازی و ترغیب دانش آموزان به تفکر و پاسخ گویی، تلاش می کند تا یادگیری آنان را عمیق تر سازد (شکاری ۱۳۹۱؛ Colosi & Zales. 1989; Johnson 1989). تدریس به صورت گروهی می تواند روش خوبی جهت معرفی مطالب جدید بدون سخنرانی باشد. همچنین لازم است فراگیران با هم کار کنند و یکدیگر و یا چیزی که برایشان مهم است را بشناسند. در این روش فراگیران به مطالب ارائه سخنرانی شامل متن چارت و نمودارها که بسیار خوب طراحی شده مجهز و در ادامه به گروه های کوچک تقسیم می شوند و برای روشن سازی مفاهیم به بحث می پردازند. چنانچه در انتخاب محتوا از لحاظ سختی اعتدال رعایت شود به طوری که انعطاف پذیر و قابل تفسیر باشد، بهترین نتایج به دست می آید. ضروری است مربی ساختار فعالیت های یاددهی- یادگیری را بر تمرین متمرکز کند. همچنین باید اطمینان حاصل کرد که تمام اعضای کلاس نظریات خود را ارائه می دهند چرا که امکان دارد برخی فراگیران برای مشارکت در گفتگوی گروهی تردید داشته باشند. با استفاده از این خط مشی ها می توان از روش مطالعه گروهی به خوبی سود برد. برای این کار، در ابتدا از گروه ها خواسته می شود تا مطالب آموزشی را به آرامی روخوانی کنند و پیش از مطرح کردن سؤالات، مربی منتظر می ماند تا کلیه اعضای گروه خواندن خود را به پایان برسانند. پس از روخوانی، دانش آموزان باید مطالب آموزشی را به دقت مطالعه و تحلیل کنند، لذا از آن ها خواسته محتوا را توضیح دهند. برای مثال، تصویر یا مواردی را جهت تشریح نظرات خود تهیه می نمایند. قسمت هایی که برای آن ها مبهم و ناشناخته است یا با آن مخالفند، را مشخص کنند. سؤالات یا مواردی که به منابع مطالعاتی بیشتر مربوط است تعیین کنند. در مورد نقطه نظرهای مخالف به بحث و مذاکره پردازند و هنگام مرور هدف تمرین، یافته های خود را با تمام فراگیران به اشتراک بگذارند و سؤالاتشان را مطرح سازند. بدین طریق معلم آن ها را با دادن اطلاعات بیشتر راهنمایی می کند یا به آن ها تمرین و یا آزمون کوتاهی ارائه می دهد که بتوانند درک و مفهوم خود را از مطالب آموزشی ارزیابی کنند (کریمی و همکاران، ۱۳۹۴). از آنجایی که یادگیری مطالب دروس علوم تجربی نیاز به محیطی توأم با بحث دارد،

¹ Cooperative

روش مشارکتی چنین زمینه‌ای را فراهم می‌کند در نتیجه پیشرفت تحصیلی افزایش می‌یابد. در روش مشارکتی هر دانش‌آموز می‌تواند موضوع مورد بحث را از دید خود تجزیه و تحلیل کرده، آنگاه دیدگاه خود را برای سایر افراد گروه مطرح و سپس یکی از افراد گروه دیدگاه نهایی را برای کل کلاس مطرح می‌کند و در نهایت یادگیری معنادار در همه آن‌ها اتفاق می‌افتد (عاشوری و همکاران، ۱۳۹۳). روش جیگ سا^۱ یکی از روش‌های ویژه یادگیری مشارکتی است. این روش برای دستیابی به یادگیری مشارکتی در محیط آزمایشگاه علوم زیستی اقتباس شد. در این روش دانش‌آموزان به گروه‌های ۴ نفره تقسیم می‌شوند و هر یک از افراد بخشی از کار را برای مطالعه بر عهده می‌گیرند، سپس دور یک میز جمع شده، به بحث و تبادل نظر می‌پردازند و نتیجه یادگیری را به گروه خود ارائه می‌دهند و از دیگر اعضای گروه مطالبی را یاد می‌گیرند. روش جیگسا یا پازل فرصت ویژه‌ای برای تمرین مهارت مسئولیت‌پذیری و افزایش یادگیری فراهم می‌آورد (Gocer, 2010). شاکار و فیشر^۲ در پژوهشی تاثیر یادگیری مشارکتی را در پیشرفت تحصیلی و انگیزشی دانش‌آموزان بررسی کردند، به این نتیجه رسیدند دانش‌آموزانی که با روش یادگیری مشارکتی آموزش دیده بودند در مقایسه با گروه کنترل که با روش سنتی آموزش دیده بودند پیشرفت تحصیلی و انگیزه پیشرفت بالاتری داشتند (Shachar & Fischer, 2004). یزدیان‌پور و همکاران در پژوهشی به بررسی اثر بخشی آموزش به روش مشارکتی بر پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان پرداختند، به این نتیجه رسیدند که یادگیری مشارکتی باعث افزایش یادگیری و پیشرفت تحصیلی می‌شود (یزدیان‌پور و همکاران، ۱۳۸۵). در روش مشارکتی هر گروه باید دارای شرایطی باشند که عبارتند از:

- ۱- تعداد افراد گروه بستگی به سلیقه مربی دارد، معمولاً بهتر است عدد فرد باشد تا در رأی‌گیری تعیین‌کننده باشد.
- ۲- بهتر است اعضای گروه رو در روی هم یا به صورت دایره‌های نزدیک هم بنشینند.
- ۳- گروه نماینده شناور داشته باشد.
- ۴- هر گروه برای خود اسمی داشته باشد، البته بهتر است از شماره‌ها استفاده شود تا اختلاف بین گروه‌ها ایجاد نشود.
- ۵- همه افراد گروه در انجام فعالیت‌ها، همیار، مسئول و همکار باشند.
- ۶- افراد از نظر علمی و اخلاقی، ناهمگون باشند.
- ۷- در صورت مصلحت در طول سال تحصیلی تغییراتی در گروه‌ها ایجاد شود.

¹ jigsaw

² Shachar & Fischer

- ۸- دفتری برای ثبت گزارش داشته باشند.
- ۹- لیستی از گروه‌ها در کلاس درس و در دفتر آموزشگاه موجود باشد. (کریمی و همکاران، ۱۳۹۴)
- از مزیت های روش تدریس مشارکتی نیز می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:
- ۱- علاقه دانش آموز را به یادگیری بیشتر می‌کند و احساسات مثبت او را در مورد مشارکت فعال خود در خصوص موضوع مورد بحث تقویت نموده، دانش آموزان به لحاظ روحی و روانی وضعیت بهتری برای مشارکت و اعتماد به نفس پیدا می‌کنند در نهایت منجر به موفقیت آنها خواهد گردید.
 - ۲- هر چه دانش آموزان در یک گروه همکاری مؤثرتری داشته باشند، دستاوردهای تحصیلی بیشتری نسبت به سایر گروه‌ها به دست می‌آورند.
 - ۳- کار گروهی اشتیاق دانش آموزان را برای یادگیری افزایش می‌دهد.
 - ۴- روش تدریس مشارکتی در کلاس‌های عملی علوم تجربی قابلیت اجرایی بهتری داشته و به دانش آموزان اجازه می‌دهد، حین همکاری با همگروهی‌های خود در آزمایشگاه، مستقل فکر کنند.
 - ۵- هر فراگیر می‌تواند به راحتی نظرات خود را مطرح کند.
 - ۶- از نظریات دانش آموز حمایت می‌شود.
 - ۷- هر فراگیر نسبت به آموزش خود احساس مسئولیت می‌کند.
 - ۸- تعامل در گروه باعث می‌شود که احتمالاً تعادل در یادگیری برای تمام افراد گروه برقرار شود (Elkhdid, 2020 ؛ Colosi and Zales, 1998).
- یادگیری مشارکتی به طور قابل توجهی با یادگیری فردگرایانه و رقابتی متفاوت است در جدول ۱، این تفاوت‌ها توضیح داده شده است (Tanner et al. 2003)

جدول ۱. تفاوت‌های یادگیری مشارکتی، فردگرایانه و رقابتی (Tanner et al. 2003)

ساختار تعاملات دانش آموزی	راهنمای آموزشی برای یادگیرندگان علوم تجربی
یادگیری فردگرایانه	دانش آموزان به صورت انفرادی کار می‌کنند. هر دانش آموز از دانش آموز دیگر، اهداف و وظایف یادگیری فردی متفاوتی دارد. مربی، دانش آموز را با استفاده از متد ارجاع به ملاک نمره می‌دهد.

دانش آموزان به صورت انفرادی کار می‌کنند. دانش آموزان اهداف و وظایف یادگیری مشترک دارند. مربی، دانش آموزان را با استفاده از روش ارجاع به هنجار نمره می‌دهد.	یادگیری رقابتی
دانش آموزان در گروه‌های کوچک کار می‌کنند. دانش آموزان در یک گروه، اهداف و وظایف یادگیری مشترک دارند که ممکن است مشابه یا متفاوت از گروه‌های دیگر باشد. مربی به دانش آموزان هم بر اساس کار گروهی و هم کار فردی نمره می‌دهد.	یادگیری مشارکتی

۴-۲ روش استقرایی

این روش تدریس، یکی از روش‌های فعال آموزشی بوده و در صدد است تا قابلیت مفهوم سازی را به دانش آموزان بیاموزد و توانایی آنان را در رویارویی با پدیده‌های پیرامون بر اساس روشی که مغز در یادگیری و نظم بخشیدن به مفهوم اتخاذ می‌نماید، مشابه سازی کند. استقراء به معنی در کنار هم چیدن جزءها برای خلق یا شناخت یک کل است. در این روش با تشریح و تفسیر عناصر سازنده یک موضوع و گروه‌بندی و عنوان‌بندی این اطلاعات، استنباط و نتیجه‌گیری کلی را دانش آموز انجام می‌دهد. در استفاده از این روش بهتر است از بیان راه حل نهایی خودداری کنیم و فرصت کافی برای تفکر را به دانش آموز بدهیم. در این روش ابتدا دانش آموزان قابلیت لازم را برای جمع آوری و گردآوری مطالب به دست می‌آورند و سپس با گروه‌بندی مطالب در ذهن خود، مفاهیمی را شناسایی می‌کنند تا بتوانند از آن برای نزدیک شدن به تحلیل و درک اطلاعات جدید استفاده نمایند. هیلدا تابا^۱ که الگوی روش تفکر استقرایی^۲ به او نسبت داده می‌شود معتقد است که مهارت‌های تفکر باید با استفاده از روش‌های تدریسی آموخته شوند که به ویژه برای آن مهارت‌های تفکر تدوین یافته‌اند. یکی از روش‌های نوین تدریس که معلمان با بهره‌گیری از آن می‌توانند تفکر استقرایی را در فراگیران پرورش دهند روش الگوی تفکر استقرایی است. هیلدا تابا معتقد است ما با استفاده از راهبردهای تدریس به شاگردان کمک می‌کنیم تا به وسیله تمرین‌های مختلف برای توسعه تفکر خود تلاش نمایند. مهمترین کاربرد این الگو بهبود ظرفیت تفکر و هدایت دانش آموزان به کسب و پرورش اطلاعات در ذهن است. وظیفه اصلی مربی در این روش،

¹ Hilda Taba

² Inductive thinking

درک آمادگی شاگرد برای کسب تجربه و فعالیت‌های شناختی جدید درون سازی و مورد استفاده قرار دادن تجارب در موقعیت جدید است. از این روش می‌توان در برنامه‌های درسی مقاطع تحصیلی مختلف استفاده کرد. (شعبانی، ۱۳۹۲؛ Jacinta & Nkasiobi, 2011؛ Heflich et al, 2001). ویسی کهره و همکاران در سال ۱۳۹۴ در پژوهشی اثربخشی روش تدریس تفکر استقرایی بر افزایش خلاقیت دانش‌آموزان پسر پایه دوم متوسطه شهر همدان در درس زیست‌شناسی را بررسی کردند. کهره و همکاران در پژوهش خود از نمونه‌گیری خوشه‌ای و پرسشنامه استفاده کردند. نتایج نشان داد آموزش به روش تفکر استقرایی بر میزان یادگیری تاثیر مثبتی دارد (ویسی کهره و همکاران، ۱۳۹۴). امینی و همکاران در سال ۱۳۹۰ تاثیر آموزش به شیوه الگوی راهبردی تفکر استقرایی و شیوه روش‌های تدریسی سنتی بر پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان کم‌توان ذهنی را مقایسه کردند. یافته‌ها نشان داد که پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان کم‌توان ذهنی که درس علوم تجربی را با روش تدریس مبتنی بر مهارت‌های تفکر استقرایی آموزش دیده‌اند بیش از پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزانی است که همین درس را با روش سنتی آموزش دیده بودند (امینی و همکاران، ۱۳۹۰).

مزایای روش استقرایی:

دانش‌آموزان اطلاعات را جمع‌آوری می‌کنند و به دقت مورد بررسی قرار می‌دهند. دانش‌آموزان اطلاعات را به شکل مفاهیم در می‌آورند. دست‌ورزی با مفاهیم را یاد می‌گیرند و توانایی کارآمدتری در تکوین مفاهیم پیدا می‌کنند. همچنین می‌توانند خلاقیت و آفرینندگی را در خویش پرورش دهند (ویسی کهره و همکاران، ۱۳۹۴).

۴-۳ استفاده از فعالیت‌های آزمایشگاهی

تدریس به روش آزمایشگاهی یکی از موثرترین روش‌های تدریس دروس علوم تجربی می‌باشد. غالب برنامه‌ریزی‌ها و سرمایه‌گذاری‌های کلان آموزش و پرورش، برای کیفیت بخشیدن به فرایند آموزش از طریق تدریس مناسب محتوای آموزشی می‌باشد. سلامت روانی دانش‌آموزان به پیشرفت تحصیلی آنان گره خورده و اهمیت آن به حدی است که برخی از محققان آن را حداقل تا نیمه دوم دوره نوجوانی معیار اساسی برای تشخیص عملکرد سالم دانسته‌اند. بنابراین چه بیان شد، معلمان و دبیران خلاق می‌توانند با بکارگیری این روش، در پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان و سلامت روانی آنان نقش به‌سزایی داشته باشند. در برنامه درسی کشورهای موفق در آموزش علوم تجربی، استفاده از آزمایشگاه و انجام فعالیت‌های عملی، بخش جدایی‌ناپذیری از موضوع درسی است و تاکید زیاد بر تحقق اهداف مهارتی و نگرشی سبب شده تا توجه خاصی به رشد مهارت‌های دست‌ورزی صورت پذیرد (بدریان، ۱۳۸۷). زیست‌شناسی، علمی

تجربی و آزمایش محور است. فعالیت‌های آزمایشگاهی یکی از ارکان اصلی علوم تجربی به خصوص زیست‌شناسی به حساب می‌آید. تحقیقات نشان داده است که ۷۵٪ یادگیری از طریق بینایی، ۱۳٪ شنوایی، ۱۲٪ باقی مانده از طریق حواس لامسه، بویایی و چشایی صورت می‌گیرد و ضروری است که به این امر توجه لازم معطوف گردد (Hofstein & Lunetta, 2004). از اهداف کلی آزمایشگاهی تقویت دانش نظری، تجربه لذت کشف و توسعه مهارت‌های روانی-حرکتی، آموزش چگونگی کاربرد دانش علمی در زندگی روزمره، افزایش مهارت‌های تفکر خلاق، توسعه مهارت‌های ارتباطی، توسعه مهارت استفاده از تجهیزات، پرورش مهارت علمی و فکری عالی می‌باشد (Bayraktar et al, 2006). معلمان باید دانش آموزان را در فعالیت‌هایی مانند اندیشیدن، مشکل‌گشایی و یافتن پاسخ برای سوال‌های خود درگیر کنند و استفاده از آزمایشگاه در درس علوم و درگیر کردن دانش آموزان در انجام آزمایش‌های علوم از فعالیت‌های مهم یادگیری درس علوم تجربی می‌باشد. منظور از آزمایش، فراهم آوردن شرایط خاص برابر نقشه‌ای از پیش تعیین شده است. به سبب اهمیتی که تشکیل آزمایشگاه در توسعه و گسترش علوم دارد، ما را به این مهم هدایت می‌کند که در مراکز آموزشی، فرهنگی و تربیتی، جایگاه مناسبی را برای آزمایش مسائل علمی پیش‌بینی کنیم و فرصت مناسبی برای تقویت کارایی دانش آموزان در نظر بگیریم (غلامی و قربانی ۱۳۹۷). فعالیت‌های آزمایشگاهی جزئی جدا ناپذیر از آموزش زیست‌شناسی هستند. پرداختن به فعالیت‌های آزمایشگاهی سبب تثبیت و تحکیم یادگیری در دانش آموزان می‌شود. فعالیت‌های آزمایشگاهی مهارت‌های ویژه‌ای مانند: پیش‌بینی، استدلال، استنباط و تفسیر نتایج را در فراگیران تقویت می‌کند (Bell, 2004). زیست‌شناسان اطلاعات زیستی خود را بر اساس نتایج تجربی و مشاهدات دقیق و از راه تجربی به دست می‌آورند. یکی از بهترین راه‌های تجربی فعالیت آزمایشگاهی است. بنابراین نقش آزمایشگاه در علم زیست‌شناسی کلیدی و حائز اهمیت است. فعالیت آزمایشگاهی برای دانش آموزان فرصت‌هایی برای سوال کردن، اندیشیدن، مشاهده، فرضیه‌سازی، کسب تجربه، گرفتن نمونه، آزمایش پدیده‌ها و آگاهی از موجودات زنده فراهم می‌کند. موثرترین پیامد فعالیت آزمایشگاهی کسب تجارب دست اول برای دانش آموزان است. بعلاوه آزمایش یک ابزار آموزشی مناسب برای درک، فهم و استفاده از دانش زیست‌شناسی است. طی فرایند آزمایش دانش آموز پس از کسب دانش شروع به فرضیه‌سازی، پرس و جو، جمع‌آوری اطلاعات و استفاده از ابزار، طراحی و اجرای مراحل علمی، کسب نتایج و تجزیه و تحلیل نتایج می‌نماید. هدف از انجام آزمایش کسب جنبه‌های تجربی و مفهومی علم در کنار مفاهیم نظری و همچنین درک ماهیت علم از راه و روش‌های علمی است. همچنین فعالیت

آزمایشگاهی تفکرهای تحلیلی، انتقادی، استنباطی و علاقه دانش آموزان را تقویت می کند (Ottander, 2006) & Grelsson در پژوهشی که با عنوان "تأثیر محیط آزمایشگاهی بر یادگیری شیمی دانش آموزان متوسطه دوم" که توسط اوداتیو^۱ در سال ۲۰۱۵ بر روی ۳۶۱ دانش آموز متوسطه دوم شهر آندو صورت گرفت نتایج حاصل نشان داد استفاده از آزمایشگاه تقریباً ۶۴ درصد بر یادگیری درس شیمی دانش آموزان تأثیر گذار بوده است و همچنین در پژوهشی با عنوان "تأثیر تدریس به روش آزمایشگاهی بر یادگیری مفاهیم زیست شناسی و مقایسه بین دانش آموزان دختر و پسر" که توسط غلامی و قربانی در سال تحصیلی ۱۳۹۶-۱۳۹۵ بر روی دانش آموزان پسر و دختر پایه هفتم انجام گردید نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل داده‌ها در سطح ۶۶ درصد اطمینان نشان داد استفاده از تدریس به روش آزمایش در مقایسه با تدریس به روش سخنرانی بر روی دانش آموزان پایه هفتم پسران تأثیر مثبت داشت (Odutuyi M, 2015)

۴-۴ روش گردش علمی

گردش علمی به دانش آموزان و فراگیران درس علوم تجربی این امکان را می‌دهد که از طریق مشاهده طبیعت، وقایع، فعالیت‌ها، اشیاء و مردم تجربه علمی به دست آورند و به شکل مستقیم با یک تجربه واقعی در زندگی مواجه شوند. در روش گردش علمی یا بازدید میدانی دانش آموزان با مشاهده طبیعت و محیط زیست می‌توانند ایده‌ها و مفاهیمی را که در کلاس درس آموخته‌اند، آزمایش کنند و بهتر در ذهن خود پیورانند و مربی می‌تواند با استفاده از این شیوه کنجکاوی فراگیران را درباره موضوعی خاص برانگیزاند. در بعضی موارد می‌توان از گردش علمی برای جمع‌آوری اطلاعات لازم برای انجام دادن آزمایش یا پروژه، بهره‌گرفت، مثلاً اگر هدف درس شناختن گیاهان با ارزش دارویی باشد، می‌توان دانش آموزان را به فضای باز برد تا گیاهان مختلف را جمع‌آوری کنند و آن‌ها را در کلاس درس با کمک مربی خود و همفکری یکدیگر بشناسند. فعالیت‌های میدانی، فرصت‌های یادگیری تجربی را در اختیار دانش آموزان قرار می‌دهد، همچنین علاقه و یادگیری آن‌ها را نیز افزایش می‌دهد. مشارکت دانش آموزان در فعالیت‌های میدانی نقش اساسی در یادگیری علوم تجربی ایفا می‌کند. به طور کلی کار میدانی تأثیر مثبتی بر دانش، نگرش و رفتار دانش آموزان دارد (Simmons et al. 2008; Hart and Nolan 1999; Jeronen et al. 2016). اثربخشی یادگیری در فضای باز زیاد است و دانش آموزان می‌توانند تفکر نظری خود را با تجربیاتی که در طبیعت به دست می‌آورند، مرتبط کنند (Palmberg and Kuru, 2015)

¹ Odutuyi

(Fulmer and Turner 2013؛ 2000). مطالعات نشان داده است که کار میدانی و آموزش برنامه‌ریزی شده در فضای باز می‌تواند تاثیر مثبتی بر حافظه بلند مدت داشته باشد و سبب رشد فردی و بهبود مهارت‌های اجتماعی و تقویت حیطه عاطفی و شناختی شود. با این حال دانش آموزان متفاوت هستند، برخی از آن‌ها کار میدانی را دوست دارند و برخی نه. کار میدانی ضعیف منجر به یادگیری ضعیف می‌شود. برخی محققین در مورد یادگیری در فضای باز، هشدارهای بهداشتی می‌دهند (Jeronen et al. 2016). البته در مورد آموزش در فضای باز، موانعی شامل ترس و نگرانی در مورد سلامتی و ایمنی، عدم اعتماد مربیان به تدریس در فضای باز، کمبود زمان، منابع و پشتیبانی وجود دارد (Fulmer and Turner, 2013).

۴-۵ روش واقعیت افزوده

این روش مجموعه‌ای است از واقعیت‌های ترکیبی که در آن مفاهیم مجازی تولید شده توسط رایانه با دنیای واقعی ترکیب می‌شوند. واقعیت افزوده یک نمای فیزیکی زنده، مستقیم یا غیرمستقیم است که عناصری را به دنیای واقعی انسان اضافه می‌کند. به عبارت دیگر، واقعیت افزوده ترکیب اطلاعات دیجیتالی با محیط پیرامون کاربر در زمان واقعی است. این فناوری اجازه می‌دهد اطلاعات مجازی رایانه‌ای به صورت زنده و مستقیم روی محیط دنیای واقعی در زمان واقعی قرار بگیرد (Azuma, 1999). واقعیت افزوده ممکن است با استفاده از انواع مختلف فن‌آوری‌ها مانند رایانه‌های رومیزی، لپ‌تاپ‌ها، دستگاه‌های قابل حمل و تلفن‌های هوشمند پیاده‌سازی شود. برنامه‌های ایجاد شده با استفاده از واقعیت افزوده امکان استفاده از اشیاء سه بعدی، تصاویر دو بعدی، فیلم‌ها و انیمیشن‌ها را به طور جداگانه و همزمان فراهم می‌کند (Wang et al. 2013). سه ویژگی اصلی برای یک سیستم واقعیت افزوده عبارتند از: ۱- ترکیب دنیای واقعی و مجازی، ۲- تعامل پذیری در دنیای واقعی، ۳- ثبت و نشان دادن در سه بعد. نکته قابل توجه این است که واقعیت افزوده محدود به صفحه نمایش خاصی مانند صفحه نمایش سربند نیست و این فناوری از صفحه نمایش‌های نوری و دستی مانند تلفن همراه نیز استفاده می‌کند. در این میان با پیشرفت‌های چشمگیر تلفن‌های همراه و همچنین هزینه‌های تولید کم و سهولت استفاده، این ابزار از محبوبیت بالاتری برخوردار می‌باشد (Krevelen and Poelman, 2010). امروزه، بسیاری از برنامه‌های واقعیت افزوده روی گوشی‌های همراه هوشمند ارائه می‌شوند و به کاربران اجازه می‌دهد تا موضوع را در دست بگیرند و در روند یادگیری خود دخالت کنند (Dede, 2009). علاوه بر این، محیط‌های یادگیری واقعیت افزوده فرصتی را به دانش آموزان می‌دهند تا اشیاء دو بعدی را به صورت سه بعدی ببینند و به تجزیه و تحلیل اشیاء از دیدگاه‌های مختلف و یادگیری از طریق تجربه بپردازند. به این ترتیب، یک یادگیری دائمی‌تر و

مؤثرتر با دانش آموزان فعال تر رخ می دهد (Wojciechowski & Cellary, 2013؛ Wu et al, 2013). توجه به این نکته لازم است که واقعیت مجازی و واقعیت افزوده در ابتدای راه در یک مسیر حرکت می کردند و پس از مدتی با تعریف های مشخص و مجزا از یکدیگر جدا شدند. واقعیت افزوده انواع و سیستم های متنوع و گوناگونی دارد و تکنولوژی آن در کشورهای صنعتی برای برقراری پیوند دو فضای حقیقی و مجازی روز به روز در حال بهتر شدن است. از نظر بیشتر دبیران در محتوای کتاب های علوم تجربی به ماهیت یادگیرنده کمتر توجه شده است. همچنین زیاد بودن حجم محتوا، کم بودن زمان آموزش و ناکافی بودن پیش نیازهای اطلاعاتی دانش آموزان از جمله مشکلات اصلی تدریس علوم تجربی است. چنین نارسایی مربوط به این است که به آموزش علوم به عنوان شیوه ای برای انتقال دانش نگریسته می شود و یادگیرنده را منفعل و دریافت کننده اطلاعات می دانند که این روش تدریس از جهات مختلف مورد انتقاد قرار گرفته شده است و منتقدان بر این باورند که دانش در فرایندی فعال توسط فراگیر باید ساخته شود (ویسی کهره و همکاران، ۱۳۹۴؛ حاجیانیا و همکاران، ۱۳۹۶؛ غلامی و عراقی، ۱۴۰۳) کمبود وقت در کلاس ها باعث می شود مربیان در زمانی کوتاه، محتوا و دانش فشرده را ارائه دهند و همین امر باعث دشواری هایی برای دانش آموزان برای درک موضوعات و انتقال قطعات جدید اطلاعات و دانش آنها به حافظه بلند مدت آنها می شود (Deveci Topal & Jamali et al. 2015, Ganguly. 2010, Ocak, 2014, و از آنجایی که ظرفیت شناختی محدود است و در آن واحد، می توان تنها تعداد محدودی از واحدهای اطلاعاتی را پردازش نماییم (Kalyuga, 2009)، این امر موجب افزایش بار شناختی در دانش آموزان می گردد. لذا در درس علوم تجربی و خصوصا بخش آناتومی به دلیل پیچیدگی موضوع و انتزاعی بودن محتوا و فقدان مدل دقیق سه بعدی، تعداد زیاد دانش آموزان و کمبود وقت در کلاس های آموزشی، استفاده از روش های مختلف نوآورانه از جمله یادگیری مستقل، مساله محور و یادگیری مبتنی بر کامپیوتر و تلفن همراه برای بهبود یادگیری و کارایی حافظه پیشنهاد می شود (McKeown et al. 2003؛ Adams & Wilson, 2011؛ Johnson et al. 2012). در این رابطه، استفاده از روش هایی چون واقعیت افزوده که برای آموزش آناتومی امکان تجسم سازی را فراهم می کند، در طول زمان، ارزش گسترده ای به دست آورده است. اهمیت تجسم سازی برای آموزش آناتومی باعث شده از شبیه سازی های تعاملی مدل های سه بعدی، انیمیشن ها و فیلم ها و دیگر محتوای چند رسانه ای برای نمایش و آموزش پویا و قابل تجسم ساختار آناتومیک استفاده شود (غریبی و همکاران، ۱۳۹۹). در

پژوهش ویلکونین و همکاران^۱ در سال ۲۰۰۹ با عنوان تاثیر تکنولوژی واقعیت افزوده بر دانش دانش آموزان در مورد دستگاه گوارش بدن، یافته‌ها نشان داد که عملکرد گروه آزمایش به طور قابل توجهی در هنگام تکمیل برخی از وظایف و تکالیف بهبود یافته است (Vilkoniene et al, 2009). همچنین با توجه به این که نمایش سه بعدی دستگاه‌های بدن مثل دستگاه گوارش، قلب و کلیه حوزه دید فراگیران را افزایش می‌دهد، می‌توان گفت که به کارگیری فناوری واقعیت افزوده می‌تواند زمینه شناخت بهتر این اندام‌ها را فراهم سازد که در این زمینه می‌توان به نتیجه تحقیق چن و همکاران^۲ (۲۰۱۷) استناد نمود (Chen et al, 2017). دانلوی و همکاران^۳ در مصاحبه‌های خود دریافتند که معلمان احساس کردند دانش آموزانی که به عنوان مبتلایان اختلال کم توجهی و همچنین دانش آموزان ناامید شناخته شده بودند 100% در فرایند تدریس توسط واقعیت افزوده حضور موفق داشتند (Dunleavy et al. 2009).

امروزه فناوری واقعیت افزوده فرصت‌های یادگیری متعددی را به ارمغان می‌آورد و به چالش "علم برای همه"، یعنی ارائه فرصت‌های آموزشی علمی متناسب با جمعیت‌های متنوع و ناهمگن کمک می‌کند؛ برخلاف محیط‌های مجازی که به طور کامل، کاربران را در دنیایی مجازی غرق می‌کنند، واقعیت افزوده دنیای واقعی را با مؤلفه‌های تولید شده رایانه‌ای مصنوعی (ساختگی) ترکیب می‌کند. ترکیب اطلاعات واقعی و مجازی، به عنوان نوع جدیدی از تجربه کاربری، تأثیر مثبتی بر انگیزش و همچنین یادگیری شناختی دانش آموزان، به ویژه دانش آموزان کم تجربه می‌گذارد، به این ترتیب به حفظ اثربخشی آموزشی کمک می‌کند. واقعیت افزوده می‌تواند میزان درگیری حواس کاربران را در جهات متفاوت تحت تأثیر قرار دهد و به تبع آن موجب افزایش حس حضور در آن‌ها شود. این فناوری می‌تواند به عنوان ساختارهای پشتیبانی برای یادگیری به دانش آموزان کمک کند. با توجه به محیط یادگیری تعاملی و ابزار بصری ارائه شده توسط واقعیت افزوده، دانش آموزان در این روش نقش فعال‌تری در توسعه دانش خود دارند. با این روش دانش آموز می‌تواند تصویری از یک نتیجه نهایی را در یک فضای واقعی، بدون نیاز به تکمیل فرایند تولید فیزیکی، نمایش دهد (فرخی و لهراسبی، ۱۳۹۸). البته واقعیت افزوده در کنار تمام جنبه‌های مثبت که برای آن ذکر شد دارای معایبی نیز می‌باشد که می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

استفاده طولانی مدت از این فناوری و صفحه‌های الکترونیکی ممکن است ایجاد آسیب چشمی نماید، اجرای پروژه‌هایی که به شدت بر روی راه حل‌های تکنولوژیکی تجربی و پیچیده تکیه می‌کنند بدلیل نیاز

¹ Vilkoniene et al.

² Chen et al.

³ Dunleavy et al.

به آموزش‌های خاص در مدرسه دشوار خواهد بود، همچنین استفاده از دستگاه و عینک مخصوص هولوپورت) محدودیت‌های مالی زیادی به همراه دارد (مجبی، ۱۳۹۹).

۴-۶ روش مبتنی بر تحقیق و پرس و جو

روشی است که مربی به وسیله آن شاگردان را به تفکر درباره مفهوم جدید یا بیان مطلبی تشویق می‌کند و از فراگیران خواسته می‌شود فعالانه در مورد نتایج آزمایش و تفسیر آن فکر کنند. در این روش مربی تلاش می‌کند با پرسش‌های ذهنی از معلوم به مجهول حرکت کند. این روش را روش سقراطی نیز می‌گویند. در روش مبتنی بر تحقیق و پرس و جو، مربی هنگام جلب توجه شاگردان به مطلب یا درس جدید، مستقیماً به بیان مطلب نمی‌پردازد، بلکه با طرح سؤال‌های برنامه ریزی شده از آزمایش فعالیت ذهنی دانش آموزان را در مسیر مطالب و مفاهیم جدید قرار داده و آن‌ها را هدایت می‌کند تا خودشان به کشف مفاهیم جدید برسند. هدف از این روش تشخیص و تحریک تفکر، توانایی‌ها، علایق و تقویت قدرت استدلال، سنجش و قضاوت، استفاده از تجارب و دانسته‌های گذشته و ایجاد اعتماد به نفس در دانش آموزان است. از جمله محاسن این روش می‌توان به تقویت اعتماد به نفس دانش آموزان، ایجاد علاقه و تقویت تفکر خلاق در دانش آموزان، تقویت استدلال و قدرت اظهار نظر در دانش آموزان، تشویق دانش آموزان به شرکت در بحث و فعالیت‌های آموزشی، افزایش انگیزه فعالیت، مطالعه و تحقیق در دانش آموزان اشاره کرد. در روش مبتنی بر پرسش و پاسخ دانش آموز باید دارای مهارت‌های اساسی برای انجام تحقیقات علمی جهت بررسی یا حل یک سوال باشد (Hakkarainen, 2003; Hakkarainen and Sintonen, 2002؛ Schmid and Bogner, 2019؛ Lubkowitz et al. 2017؛ Kiernan and Lotter, 2016؛ Holt et al. 2015). آزوبل (۱۹۷۸) این اصل را مورد تأکید قرار داده است: مهم‌ترین عامل مؤثر در یادگیری این است که فراگیر از قبل چه چیزهایی می‌داند. پس از مشخص شدن میزان یادگیری قبلی می‌توان به او آموزش داد. پرسش‌های شفاهی کلاسی مناسب، ویژگی‌هایی دارند که آگاهی معلمان از آن‌ها می‌تواند در طرح پرسش‌های اثربخش به آنان کمک کند (گنجی، ۱۳۸۹). ایگن و کوچاک^۱ (۲۰۱۰) در بیان مهارت‌های پایه‌ای مورد نیاز معلمان در کلاس درس از چندین عامل نام برده‌اند که روش پرسش و پاسخ کلاسی یکی از آن‌هاست. ایگن و کوچاک بر این باورند که یکی از یافته‌های اساسی در حوزه آموزش این است که آموزش دهنده بتواند دانش آموزانش را در فرآیند یادگیری کلاسی درگیر کند و

¹ Eggen & Kauchak

پرسش و پاسخ کلاسی یکی از پر کاربردترین روش‌ها برای افزایش مشارکت دانش‌آموزان و تعامل آن‌ها با معلم است (Eggen & Kauchak, 2010).

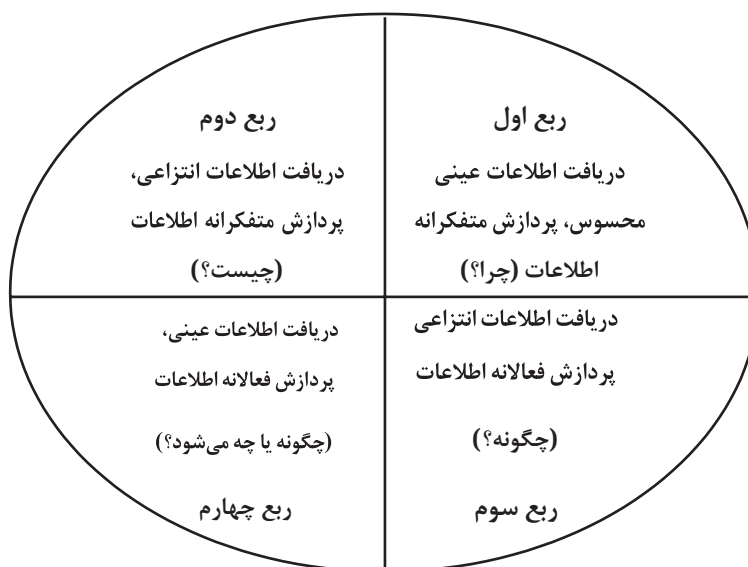
۴-۷ روش مبتنی بر مغز

یادگیری مبتنی بر مغز فرآیندی یادگیرنده محور است که تمامیت مغز را مورد استفاده قرار می‌دهد و این حقیقت را می‌پذیرد که همه دانش‌آموزان، خودفعالانه در موقعیت‌ها و زمینه‌های گوناگون یادگیری، دانش خویش را می‌سازند. یادگیری مغز محور عبارت است از شناخت قواعد و مقررات مغز برای یادگیری معنادار و سازماندهی آموزش براساس آن‌ها. اساس یادگیری مغز محور این است که مغز به طور طبیعی برای یادگیری معنادار برنامه‌ریزی شده است و درست همان‌طور که هر متخصصی برای عملکرد مطلوب نیازمند شناخت مجموعه درگیر با آن تخصص است، معلمان هم به عنوان متخصصان یادگیری باید از نحوه یادگیری مغز آگاه باشند و اصول سازگار با آن را به کار ببندند تا یادگیری پایدار و اساسی در ذهن دانش‌آموزان شکل گیرد؛ در غیر این صورت معلمان به پزشکانی می‌مانند که بدون آشنایی با دستگاه بدن طبابت می‌کنند. آموزش مبتنی بر مغز یا سازگار با مغز، نیازمند مربیانی است که با نحوه عملکرد مغز آشنا هستند و بنابراین آموزشی بر پایه آن اطلاعات طراحی نمایند. معلمان تشویق می‌شوند تا دانش خود درباره یافته‌های پژوهش‌های مغزی را با حرفه خود ترکیب کرده و محیط‌هایی مبتنی بر یادگیرنده، خلق کنند. پژوهش‌های مرتبط با آموزش و یادگیری مغز محور نشان داده است که کاربرد اصول یادگیری مغز محور در تدریس و یادگیری بر نمرات درسی و پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان افزوده است. دبیران علوم تجربی به دلیل آشنایی با عملکرد مغز، در این روش موفق‌تر هستند. در کلاس‌های علوم تجربی باید مباحث مطرح شده مرتبط با فعالیت‌های روزمره دانش‌آموزان باشد و با مثال‌های هیجان‌انگیزی شروع شود تا کشش و جذابیت داشته باشد و نیمکره راست مغز نیز درگیر شود. اگر یادگیری همراه با تولید آدرنالین باشد، خاطره یادگیری با شدت بیشتری کد گذاری و ضبط می‌شود (شیرعلیزاده ۱۳۹۸، تاراج ۱۳۹۱). همان‌گونه که کین و کین^۱ (۱۹۹۰) و دیگر محققان اشاره کرده‌اند برنامه درسی مبتنی بر مغز مرتبط با زندگی است و هیچ بخشی از زندگی وجود ندارد که دانش‌آموزان درباره آن در مدرسه نیاموزند. علاوه بر این اهداف برنامه درسی مبتنی بر مغز می‌بایست منجر به حفظ تمامیت و کلیت مغز شود و در حوزه‌ها یا حیطه‌های کاملاً مرتبط به هم تدوین گردند. در نهایت تحقق یافتن اهداف در برنامه درسی مبتنی بر مغز می‌بایست منجر به تغییر تصاویر ذهنی گردد (Caine & Caine, 1990). هارت^۲ (۲۰۰۲) نیز اشاره می‌کند که یادگیری

¹ Caine & Caine

² Hart

مبتنی بر مغز بر مبنای ساخت و کارکرد مغز ایجاد می‌شود، اما آموزش سنتی اغلب مانع فرایند طبیعی مغز می‌شود و آن را مورد غفلت قرار می‌دهد (Hart, 2002). مک کارتی^۱ (۱۹۹۰) شیوه تدریس تمام مغزی چهار بخش را ارائه کرده است (شکل ۱)؛ این شیوه که شامل چهار سبک یادگیری است در هشت گام به اجرا در می‌آید و فعالیت نیمکره راست و نیمکره چپ را به هم پیوند می‌زند. شیوه تدریس تمام مغزی نقشه‌ای برای چگونگی برنامه‌ریزی و ارائه آموزش فراهم می‌کند تا تمامی فراگیران در همه گروه‌های سنی که سبک یادگیری متفاوتی دارند، بهره ببرند. در طول گام‌های تدریس به شیوه آموزش تمام مغزی نقش معلم تغییر می‌کند تا دانش‌آموزان مسئولیت یادگیری را خود بر عهده گیرند. پژوهش‌ها نشان می‌دهند که این شیوه انگیزه دانش‌آموزان را افزایش می‌دهد. اگرچه روش‌های تدریس فراوانی وجود دارند اما شیوه چهار بخش به الگوی تمام مغزی نزدیک‌تر است زیرا آن هم به دریافت و هم به پردازش اطلاعات می‌پردازد. به علاوه مطابق پژوهش‌های عصب شناختی شیوه چهار بخش ترجیحات نیمکره‌های مغز فراگیران را مورد اهمیت قرار می‌دهد (McCarthy, 1990).



شکل ۱. تدریس چهار بخش (McCarthy, 1990)

¹ McCarthy

هدف این الگو رشد، همدلی با دیگران و بررسی مسائل، واقعیت‌ها و ارزش‌های اجتماعی در عمل است. در این الگو مربی مسئول شروع و هدایت دانش‌آموزان است، به نحوی که آن‌ها را قادر به تحلیل رفتار، ارزش‌های فردی، همدلی، حل مسائل میان فردی، نقش ارزش‌ها در مسائل اجتماعی و آسودگی در ابراز عقاید می‌نماید. این الگو در همه برنامه‌های آموزشی و پرورشی و سنین مختلف کاربرد دارد. به طور کلی این الگو باعث افزایش فهم دانش‌آموزان در بهبود و گسترش ارزش‌های اجتماعی می‌شود. برای مثال مربی می‌تواند از طریق این الگو، مسائل خوب و بد اجتماعی یا رفتارهای خوب و بد را توسط دانش‌آموزان به نمایش بگذارد و سپس در مورد آن به کمک فراگیران به بحث و ارزشیابی بپردازد. در این روش، دانش‌آموزان بر اساس علایق خویش، نقش‌های موردنظر را انتخاب می‌کنند و با نظارت معلم و همکاری همکلاسان، به ایفای نقش می‌پردازند. ایفای نقش روشی مفید برای درگیر کردن فراگیران و کشف موقعیت‌های جدیدی از طریق تعامل با همگروهی‌ها می‌باشد. به عنوان مثال برای مطالبی مانند مطالعه می‌توز، سنتر پروتئین، مطالعه سلول‌ها، بافت‌ها و اندام‌ها به کار گرفته شد و تاثیر مثبتی بر درک دانش‌آموزان از مفاهیم اساسی داشت (Smith et al. 2009؛ Elkhidir, 2020). یادگیری دانش‌آموز محور سبب بهبود آموزش می‌شود و دانش‌آموزان مفاهیم را به طور عمیق‌تر درک می‌کنند و درک بهتری از فرایندها و تعاملات بیولوژیکی پیدا می‌کنند (Nuland et al. 2019، Jones et al. 2015)

۴-۹ آموزش به کمک نقشه مفهومی^۱

استفاده از نقشه مفهومی در یادگیری عمیق و معنی‌دار تاثیر مثبتی دارد، در پژوهشی گارابت و همکاران^۲ نشان دادند که نقشه مفهومی در تسهیل فهم دانش‌آموز و درک او نقش به سزایی دارد، نقشه مفهومی به عنوان یک استراتژی تسهیل‌کننده در آموزش، یادگیری و ارزشیابی کاربرد دارد. توانایی‌های شناختی ارزشیابی، خود ارزیابی و همچنین توانایی کار گروهی، نگرش و تفکر خلاق و انتقادی را توسعه می‌دهد، همچنین نقشه مفهومی حس کنجکاوی و تفکر خلاق و انسجام بالای فکری را به وسیله ارتباط مفاهیم با یکدیگر بهینه می‌کند. در تدریس با استفاده از نقشه مفهومی بر خلاف روش سنتی که به صورت طوطی‌وار مطالب گفته می‌شود، مطالب در قالب یک چارت به دانش‌آموزان ارائه می‌شود و این امر تمام ویژگی‌های یادگیری معنادار کلامی که آزوئل مطرح می‌کند را داراست که این امر سبب افزایش انگیزه و پیشرفت دانش‌آموزان می‌شود. روش اجرای نقشه مفهومی به گونه‌ای است که کاملاً فراگیر محور است و دانش‌آموزان با کمترین کمک دریافتی از جانب معلم از طریق ایجاد ارتباط میان مفاهیم، بحث و تبادل نظر با

¹ Concept map

² Garabet et al.

هم گروهی ها و همچنین هم کلاسی های خود می توانند به اهداف آموزشی دست یابند. استفاده از تدریس با استفاده از نقشه مفهومی سبب می شود دانش آموزان با جریان تدریس هماهنگ پیش بروند تا بتوانند در بحث هایی که منجر به رسم نقشه های مفهومی از مطالب درسی می شود در کلاس شرکت کنند که این امر سبب شرکت فعال در کلاس و درک عمیق تر مطالب می شود. همچنین انعطاف پذیری نقشه های مفهومی سبب می شود که هم به عنوان یک فعالیت کلاسی و هم به عنوان یک فعالیت در داخل منزل مورد استفاده قرار گیرد و از آن ها می توان در هر مرحله ای استفاده کرد، در نتیجه نقشه های مفهومی می توانند محدود یا گسترده، بسته به زمان و یا موضوع آن مورد استفاده قرار گیرند (Mih؛ Garabet & Miroon, 2010؛ Buldu & Buldu, 2010؛ 2011). استفاده از نقشه های مفهومی در حوزه های مختلف آموزش علوم تجربی، نتایج مثبتی را در پی داشته است. نقشه مفهومی می تواند هم به عنوان یک راهبرد آموزشی و هم به عنوان یک راهبرد یادگیری در علوم مورد استفاده قرار بگیرد. مصرآبادی و همکاران در سال ۱۳۸۶ طی یک مقاله ای اثر بخشی راهبرد یاددهی-یادگیری نقشه مفهومی بر بازده های شناختی-عاطفی در یادگیری علوم زیستی را بررسی نمودند و نتایج پژوهش آنان نشان داد که استفاده از نقشه مفهومی در مقایسه با شیوه مرسوم آموزش بر متغیرهای یادداری و درک، تاثیر مثبت بیش تری دارد (مصرآبادی و همکاران، ۱۳۸۶). دمیرل^۱ در مطالعه ای نشان داد استفاده از تدریس توسط نقشه مفهومی یکی از تکنیک های مفید برای بهبود مهارت دانش آموزان در ارتباط دادن مفاهیم قدیم به جدید است (Taskin et al. 2011). برای اثربخشی بیشتر تدریس بهتر است مربی با استفاده از مفاهیم اولیه ای که از قبل در ذهن فراگیر وجود دارد، مفهوم جدید را قابل ربط سازد و سپس نسبت به انتقال کلی مفاهیم جدید اقدام نماید. وقتی مطالب تازه در مغز به مرحله ساخت شناختی ورود می کنند هر یک از آن ها در جای مناسب خود و در زیر مطالب جامع و کلی قرار می گیرند. اگر این امر میسر شود یادگیری معنی داری برای فراگیر تحقق می یابد و انباشت مفاهیم دروس علوم تجربی که از قبل در ذهن فراگیر به وجود آمده است مجموعاً ساخت شناختی فراگیر را تشکیل می دهد. فراگیرانی که با استفاده از این روش آموزش می گیرند می توانند با استفاده از نقشه مفهومی ایجاد شده، به شناخت مفاهیم و پدیده های جدیدتر و پیچیده تری برسند (Mesrabady & Alilu, 2016). استفاده از روش نقشه مفهومی در تدریس علوم تجربی موجب تشکیل یک بنیان علمی جامع و سازمان یافته از محتوای درس می شود. از آنجا که مفاهیم درسی غیر خطی و شبکه ای مانند هستند، این مفاهیم بایستی به صورت شبکه های سازمان یافته و اطلاعات مرتبط به هم یاد

¹ Demirel

گرفته شوند، نه صرفاً به صورت فهرستی از حقایق مستقل از هم. نقشه مفهومی ابزاری برای نمایش روابط بین مفاهیم درس به طریق منسجم و سازمان یافته است (مصرآبادی و همکاران، ۱۳۸۶). روش نقشه مفهومی یکی از روش‌های فعال تدریس است. در واقع نقشه مفهومی ارتباط یک مفهوم با مفهوم دیگر و همچنین ارتباط آن‌ها با دیگر مفاهیم مرتبط با موضوع خاص را نشان می‌دهد. هنگامی که تدریس با استفاده از نقشه مفهومی انجام شود مطالب آموخته شده به مدت طولانی در ذهن می‌ماند. همچنین نقشه مفهومی یکی از ابزارهایی است که دانش آموزان می‌توانند برای سازماندهی دانش موجود و جدید درباره یک موضوع به وسیله ارتباط دادن پی در پی و متوالی مفاهیم که باعث یادگیری زنجیره‌ای معنی‌داری می‌شود استفاده کنند (سرهنگی و همکاران، ۱۳۸۹). در نقشه مفهومی دانش آموزان مطالب جدید را با تاکید بر آموخته‌های قبلی می‌آموزند و هر مفهوم به وسیله کلمات رابط به مفهوم دیگر متصل می‌شود. در اصل نقشه‌های مفهومی، دیاگرامی از مفاهیم کلیدی و ارتباطات بین آن مفاهیم هستند که مفهوم اصلی در بالا یا مرکز نقشه قرار می‌گیرد و مفاهیم از بالا به پایین مرتب می‌شوند؛ بین مفاهیم خطوطی کشیده و روی خطوط، جملات ارتباطی نوشته می‌شود، لذا این روش تدریس به فراگیران اجازه می‌دهد تا درک‌شان را از حوزه دانشی علوم تجربی به صورت سازمان یافته ارتقا بخشند (Hinch, 2006). در سال تحصیلی ۹۲-۹۳ پژوهشی با هدف تعیین تاثیر شیوه آموزش به کمک نقشه مفهومی بر میزان یادگیری علوم زیستی در راستای ایجاد یادگیری معنی‌دار توسط تقی‌زاده و همکاران اجرا شد. یافته‌های این پژوهش نشان داد که تدریس به وسیله نقشه مفهومی بر میزان پیشرفت تحصیلی درس زیست‌شناسی به عنوان یکی از زیرشاخه‌های علوم تجربی و همچنین یادگیری معنادار آن تاثیر مثبت داشته است (تقی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۷).

۴-۱۰ روش فناورانه

تدریس فناورانه یکی از جدیدترین روش‌های تدریس است که در آن تلفیقی از روش‌های مبتنی بر آموزش الکترونیکی و کمک آموزشی نظیر واقعیت افزوده و هوش مصنوعی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این روش از یک سو نیازمند آموزش‌های مبتنی بر فناوری، رایانه و اینترنت و از سوی دیگر نیازمند استفاده از تجهیزات و ابزارهای آموزشی است. تنوع این گونه ابزارها از طریق اختراعات و اکتشافاتی است که زندگی بیشتر انسان‌ها را در سراسر جهان به طور مستقیم و غیر مستقیم تحت نفوذ و تاثیر خود قرار داده است به نحوی که شیوه زندگی بشر را تغییر داده و رفتارهای مربوط به آن، سنت‌ها و آداب و رسوم و حیات تمدن بشری را تحت تاثیر خود قرار داده و شکل جدیدی به آن بخشیده است (شعاری نژاد، ۱۳۷۹؛ مرادی و همکاران، ۱۴۰۳؛ فرهنگیان، ۱۴۰۳). وسایل آموزشی، کلیه ادوات و اشیایی را شامل می‌شود که برای تفهیم بهتر و بیشتر آموزش به فراگیران به کار می‌رود. به عنوان مثال دبیری که در تدریس علوم تجربی از انواع مولاژ،

ویدئو پروژکتور یا تخته هوشمند استفاده می‌نماید، از این گونه تجهیزات آموزش مستقیم و غیرمستقیم برای ارائه بهتر مفاهیم مورد نظر و انتقال آن به فراگیران استفاده کرده است. به نوعی در این روش مربی نقش رسانه آموزشی دارد و مولاژ یا تخته هوشمند به عنوان وسایل کمک آموزشی هستند. تفاوت رسانه آموزشی با وسایل کمک آموزشی در این است که رسانه آموزشی به عوامل انسانی یا غیرانسانی گفته می‌شود که کل محتوای آموزش را به فراگیران منتقل می‌کند، در حالی که وسایل کمک آموزشی شامل اشیاء، وسایل و ابزاری است که تنها در بخشی از آموزش از آن‌ها استفاده می‌شود (Hofstein, 2004). اگر در زنجیره آموزشی؛ محتوا، وسایل انتقال محتوا و مربی به عنوان یک رسانه در نظر گرفته شود و گیرنده محتوا (فراگیر یا دانش آموز) نیز فراهم باشد، آموزش قابل اجراست اما چنانچه هر یک از عوامل فوق وجود نداشته باشد، آموزش امکان پذیر نیست، لذا می‌توان بیان داشت وسایل کمک آموزشی و رسانه آموزشی، انتقال محتوا را به فراگیران تسهیل می‌نماید. بدین ترتیب می‌توان نتیجه گرفت که وجود وسایل کمک آموزشی در آموزش علوم تجربی می‌تواند میزان یادگیری را ارتقا بخشیده و نقش بسزایی در تدریس و یادگیری فعال داشته باشد. محققان و دانشمندان تعلیم و تربیت برآنند تا از راه پژوهش نقش بیشتر این گونه مواد و تجهیزات مربوط به آن‌ها را در امر آموزش آشکار سازند، آن‌ها را ارتقا داده و در اختیار مربیان و مسئولان آموزشی قرار دهند. همچنین از دیدگاه روانشناسی استفاده از وسایل کمک آموزشی نوعی رغبت و علاقه در دانش آموزان جهت یادگیری صحیح و اصولی به وجود می‌آورد. بنابراین ضروری است که در جهت استفاده بیشتر و بهینه از وسایل کمک آموزشی راه حل‌ها و طرق مفیدی که بر پایه علمی باشد و بر اساس تحقیقات علمی صورت گرفته باشد ارائه داد (سیف، ۱۴۰۱). آموزش مبتنی بر رایانه که یکی از پایه‌های آموزش فناوریانه می‌باشد، یک حالت فعال یادگیری است که در آن دانش آموز رضایت بیشتری در حین فرآیند آموزش دارد. روش آموزش مبتنی بر رایانه از نظر هزینه و زمان نیز مقرون به صرفه است زیرا با استفاده از آن می‌توان همزمان به تعداد زیادی فراگیر آموزش داد. این روش راحت و انعطاف پذیر است و به نوعی، آموزش با نگرش فردی تلقی می‌شود. فراگیران راحت و با سرعت دلخواه کار می‌کنند و رایانه می‌تواند برنامه آموزشی فراگیران را تنظیم نماید اما استفاده همیشگی از این روش، پاسخ دهنده کلیه نیازهای آموزشی دانش آموزان نیست و چه بسا موجب کسالت فراگیر گردد. استفاده از روش فناوریانه در برخی موقعیت‌ها مناسب‌تر، اثر بخش‌تر و کارا تر از سایر روش‌ها می‌باشد، برای مثال بکارگیری این روش در دوران پاندمی بیماری‌های واگیردار در شهر یا شرایط بد آب و هوایی و زیستی

در منطقه که امکان خروج دانش آموز از محیط خانه وجود ندارد بسیار کارآمد است (Howlett et al. 2015؛ حق‌گو و منشادی، ۱۴۰۰)

بحث و نتیجه‌گیری

امروزه با توجه به پیشرفت شتابان تکنولوژی و تغییرات شتابان فرایندهای آموزشی، ابزارهای کمک آموزشی اهمیت بالایی یافته‌اند. ابزارهای کمک آموزشی می‌توانند به بهبود کیفیت آموزش و تجربه آموزشی دانش آموزان کمک کنند و تأثیرات مثبتی در زمینه‌های مختلف آموزش و یادگیری داشته باشند. همچنین، این ابزارها به دانش آموزان امکان می‌دهند تا به تنوع بیشتری از منابع و روش‌های آموزشی دسترسی داشته باشند و تجربه‌های آموزشی گوناگونی را تجربه کنند. از آنجا که نیازها و ویژگی‌های دانش آموزان نقش مهمی در تأثیر این ابزارها ایفا می‌کنند، مهم است که این ابزارها به دقت به نیازهای فردی دانش آموزان پاسخ دهند و فرصت‌های یادگیری مناسبی برای همه فراهم کنند. همچنین نقش معلمان در تعامل با این ابزارها و توجیه آنها برای دانش آموزان بسیار اهمیت دارد. تکنولوژی و به ویژه هوش مصنوعی به عنوان یکی از اساسی‌ترین عوامل تحول و نوآوری در حوزه آموزش و یادگیری است. این تکنولوژی به طور گسترده در آموزش علوم تجربی مورد استفاده قرار گرفته تا فرآیند یادگیری را بهبود بخشد. ابزارهای کمکی هوش مصنوعی در آموزش علوم تجربی از امکانات متنوعی برخوردار است که شامل سیستم‌های شخصی‌سازی یادگیری، آزمایش‌های مجازی، سامانه‌های توصیه‌گر، توسعه دهندهای مفهومی، سامانه‌های پرسش و پاسخ هوشمند، ارزیابی و بازخورد هوشمند و پیش‌بینی پیشرفت هستند. این ابزارها از تحلیل داده‌های جمع‌آوری شده در زمینه علوم تجربی بهره گرفته و با ارائه تجربه‌های آموزشی تعاملی، شخصی‌سازی یادگیری و ارتقاء کیفیت فرآیند آموزش، نقش موثری در افزایش فهم و تسهیل درک مفاهیم علمی دارند. هوش مصنوعی در آموزش و یادگیری نقش بسیار موثری ایفا می‌کند و با انتخاب و ارائه محتواها و فعالیت‌های آموزشی مناسب، به دانش آموزان امکان فراگیری بهتر را می‌دهد. این فناوری نوآور با افزایش کیفیت آموزش، مسیر پیشرفت هر دانش آموز را تحت تأثیر قرار می‌دهد و به معلمان و مدیران آموزشی کمک می‌کند تا روشهای بهتری را برای بهبود یادگیری دانش آموزان انتخاب و پیاده‌سازی کنند. در نتیجه، هوش مصنوعی در ارتقاء فرآیند آموزش و یادگیری نقش بسیار حیاتی ایفا می‌کند و امکانات بسیاری را برای بهبود یادگیری دانش آموزان و بهره‌وری آموزشی به ارمغان می‌آورد.

امروزه اکثر کشورهای در حال توسعه به اهمیت آموزش پی برده و نسبت به اصلاح ساختارهای آموزشی خود اقدام نموده‌اند، تا آن‌جا که تحول در سیستم آموزشی خود را سرلوحه اقدامات فنی خویش قرار

داده‌اند و به تبع آن محتوا و شیوه‌های تدریس در آموزش همگانی را مورد بازنگری قرار داده تا بتوانند از این طریق به رفع نیازهای آینده کشورشان اقدام نمایند. آموزش و پرورش جمهوری اسلامی ایران نیز از این قاعده مستثنی نبوده و مسئولین این وزارتخانه همواره بر فرآیندهای یاددهی- یادگیری مؤثر تأکید داشته‌اند. بر اساس این پژوهش؛ مربیان علوم تجربی با انتخاب روش یا روش‌های تلفیقی تدریس، منطبق با ماهیت سلسله مباحث هر موضوع درسی، در کنار بروز پاره‌ای موارد خلاقیت‌زا می‌توانند یک تدریس خوب و اثربخش را تجربه نمایند. از سوی دیگر با استفاده از مطالعات صورت گرفته این نتیجه استنباط شد که یکی از عمده‌ترین وظایف نظام‌های آموزشی، تجهیز دانش آموزان به دانش روز با کمک روش‌های نوین و مؤثر تدریس است. از وجوه مشترک همه روش‌های ذکر شده، درگیر کردن ذهن دانش آموزان در کلاس درس، افزایش قدرت تجزیه و تحلیل، ایجاد تنوع آموزشی و تقویت یادگیری دانش آموزان است. از آنجایی که استفاده از برخی شیوه‌های تدریس مانند روش آزمایشگاهی، واقعیت افزوده و مبتنی بر فناوری، امکانات و شرایط خاصی را می‌طلبد که در همه مدارس و کلاس‌های کشور وجود ندارد، لکن تا رسیدن به آن نقطه و تأمین اعتبار لازم برای تجهیز مدارس به تجهیزات کمک آموزشی، پیشنهاد می‌گردد مربیان به واسطه‌ی استفاده از روش‌های تدریس دیگر که در این مقاله به آن اشاره گردیده، مانند روش مبتنی بر مغز و مشارکتی، فکر دانش آموز را درگیر مباحث کلاسی ساخته و انگیزه آنان را برای حضور فعال در کلاس افزایش دهند. از آن جا که مهم‌ترین مهارت در آموزش علوم تجربی مشاهده و مسئولیت‌پذیری می‌باشد؛ روش‌های نوین تدریس انتخاب شده توسط مربیان، می‌بایست تأکید بیشتری بر استفاده از این مهارت و حس بینایی داشته باشد. مطالعات انجام شده در مسیر انجام این پژوهش نشان داد که روش‌های سنتی مانند سخنرانی و استفاده زیاد مربی از حس شنوایی دانش آموزان و به طور کلی روش‌های تدریس سنتی که تأکید بر مشاهده و کارگروهی نداشته‌اند، کارایی چندانی در یادگیری و اثربخشی آموزش علوم تجربی ندارند و مناسب‌تر آن است که مربیان در تدریس خود از روش‌های نوین اثربخش و خلاقانه استفاده نمایند.

منابع

- اسلامیان ح، سعیدی رضوانی م، فاتحی ی. ۱۳۹۲. مقایسه اثربخشی روش‌های تدریس بحث گروهی و سخنرانی بر میزان یادگیری و رضایت دانش‌آموزان از تدریس، در درس دین و زندگی، پژوهش در برنامه ریزی درسی، (۱۰) ۳۸: ۱۳-۲۳.
- امینی د، افروز غ، احدی ح، درآمدی پ، هومن ح. ۱۳۹۰. مقایسه تأثیر آموزش به شیوه الگوی راهبردی تفکر استقرایی و روش سنتی بر پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان کم توان ذهنی در درس علوم تجربی پایه پنجم ابتدایی شهر همدان، فصلنامه روانشناسی افراد استثنایی، ۲: ۱۸-۱.
- اوستا، م؛ ایمانی ف، علویان ف. ۱۳۹۸. تحلیل محتوای کتاب زیست شناسی پایه دهم دوره دوم متوسطه رشته علوم تجربی از منظر فعال و غیرفعال بودن بر مبنای الگوی ویلیام رومی، فصلنامه علمی تخصصی دانشگاه فرهنگیان (پژوهش در آموزش زیست شناسی)، ۱(۱): ۶۱-۵۰.
- ایمانی ف، اوستا م، رجایی م. ۱۳۹۸. مروری بر روش‌های نوین آموزش زیست شناسی، فصلنامه علمی تخصصی دانشگاه فرهنگیان (پژوهش در آموزش زیست شناسی)، ۴: ۵۶-۴۳.
- بازرگان، ع، عامری ر. ۱۳۸۹. نگاهی دیگر به ساختار سازمانی مناسب برای ارزیابی کیفیت در سطوح دانشگاهی و نظام آموزش عالی کشور. مجموعه مقالات چهارمین همایش سالانه ارزیابی درونی کیفیت در نظام دانشگاهی. تهران: مرکز ارزیابی کیفیت دانشگاه تهران
- بدریان ع، شکرآبانی ا، اصفا آ، عبدی نژاد ط. ۱۳۸۷. اعتباربخشی الگویی اثربخش برای انجام دادن فعالیت‌های آزمایشگاهی در آموزش علوم تجربی دوره متوسطه. فصلنامه نوآوری‌های آموزشی، (۲۸) ۷: ۱۵۶-۱۲۹.
- تقی زاده م، فتحی آذر، آذریبخش م. ۱۳۹۷. تأثیر آموزش به کمک نقشه مفهومی بر پیشرفت تحصیلی شناسی درس زیست شناسی دانش‌آموزان سال سوم متوسطه استان کهگیلویه و بویراحمد. مجله پژوهش در برنامه ریزی درسی. (۳۲) ۲: ۱۸۲-۱۹۰.
- حاجیان نیا س، احمدی غ، تبعیدیان س. ۱۳۹۶. تأثیر کتاب و فیلم زیست شناسی بر پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان دوره متوسطه، پژوهش در برنامه ریزی درسی، ۱(۱۲): ۴۰-۲۷.
- ساروخانی ب. ۱۳۹۳. روش‌های تحقیق در علوم اجتماعی. تهران: انتشارات پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی، ۵۴۲ صفحه.
- سرمدی م، صیف م. ۱۳۹۸. مدیریت کلاس. تهران: انتشارات دانشگاه پیام نور، ۲۶۸ صفحه.
- سرهنگی ف، معصومی م، عبادی ع، سیدمظهری م، رحمانی آ. ۱۳۸۹. مقایسه تأثیر آموزش مبتنی بر "سخنرانی" و "نقشه مفهومی" بر سطوح یادگیری شناختی، مجله پرستاری مراقبت ویژه، (۱) ۳: ۵-۱.
- سیف ع. ۱۴۰۱. روانشناسی پرورشی نوین، تهران: انتشارات آگاه، ۷۲۸ صفحه.
- شعبانی ح. ۱۳۹۲. مهارت‌های آموزشی و پرورشی، روش‌ها و فنون تدریس، تهران: انتشارات سمت، ۴۷۶ صفحه.

- شعاری نژاد ع. ۱۳۷۹. نقش آموزش و پرورش در فرهنگ عمومی، تهران: انتشارات فرهنگ و دانش، ۱۰۰ صفحه.
- شکاری ع. ۱۳۹۱. تأثیر یادگیری مشارکتی بر رشد مهارت‌های اجتماعی دانش آموزان، فصلنامه راهبردهای آموزش: ۱: ۳۷-۳۱.
- صالحی ش. ۱۳۸۲. تدریس اثر بخش. مجله دانشگاه علوم پزشکی شهر کرد. (۲): ۳: ۲۱-۱۲.
- صفوی ا. ۱۳۹۸. کلیات روش‌ها و فنون تدریس. تهران: انتشارات معاصر، ۳۱۲ صفحه.
- ظهور ع، اسلامی نژاد ط. ۱۳۸۱. شاخص‌های تدریس اثربخش از دیدگاه دانشجویان دانشگاه علوم پزشکی کرمان، فصلنامه پایش، (۱۴): ۱۳-۵.
- عاشوری ج، کجاف م، منشی غ، طالبی ه. ۱۳۹۳. تأثیر روش‌های آموزشی نقشه مفهومی، یادگیری مشارکتی و سستی بر انگیزه پیشرفت و پیشرفت تحصیلی درس زیست‌شناسی، پژوهش در برنامه ریزی درسی، (۱۴): ۷۳-۶۳.
- غریبی ف، ناطقی ف، موسوی پور س، سیفی م. ۱۳۹۹. تأثیر آموزش به روش واقعیت افزوده بر یادگیری، یادداری و بار شناختی در درس زیست‌شناسی. مجله توسعه آموزش جندی شاپور. ۱۱: ۱۸۳-۱۶۸.
- غلامی ا. قربانی م. ۱۳۹۷. تأثیر تدریس به روش آزمایشگاهی بر یادگیری مفاهیم زیست‌شناسی و مقایسه بین دانش آموزان دختر و پسر، فصلنامه آموزش پژوهی، (۱۶): ۵۱-۳۶.
- غلامی ا. عراقی ل. ۱۴۰۳. تأثیر فناوری واقعیت افزوده بر فرایند یاددهی-یادگیری و پذیرش دانش آموزان دختر متوسطه دوم در آموزش مجازی درس زیست‌شناسی، فصلنامه علمی نظریه و عمل در تربیت معلمان، ۱۷: ۵۲-۳۷.
- فرخی ا، لهراسی م. ۱۳۹۸. آموزش زیست‌شناسی با رویکرد فناوری، فصلنامه علمی تخصصی دانشگاه فرهنگیان (پژوهش در آموزش زیست‌شناسی)، (۳): ۴۲-۳۲.
- فرهنگدیان ز. ۱۴۰۲. آموزش درس علوم تجربی و انجام آزمایش‌ها با کمک ابزارهای هوش مصنوعی، سومین کنفرانس ملی مطالعات کاربردی در فرایندهای تعلیم و تربیت، میناب
- کریمی ع، سلیمی م، جاوید ر، مهدوی ز. ۱۳۹۴. پداگوژی و آموزش‌های فنی و حرفه‌ای، سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای کشور: تهران
- محبی ف. ۱۳۹۹. تکنولوژی «واقعیت افزوده» و کاربرد آن در آموزش زیست‌شناسی، فصلنامه علمی تخصصی دانشگاه فرهنگیان (پژوهش در آموزش زیست‌شناسی)، (۳): ۸۴-۷۳.
- مرادی ر، یاسبلاخی ب، بیرنوندی و. ۱۴۰۳. اثربخشی راهبرد یادگیری فعال مبتنی بر فناوری براشتیاق تحصیلی دانش-آموزان. فناوری‌های آموزشی در یادگیری، (۲۳): ۱۳۹-۱۵۴.
- مصرآبادی ج، حسینی نسب د، فتحی آذرا، مقدم م. ۱۳۸۶. اثربخشی راهبرد یاددهی-یادگیری نقشه مفهومی بر بازده‌های شناختی-عاطفی در یادگیری درس زیست‌شناسی. فصلنامه علمی پژوهشی روانشناسی تبریز. ۸: ۱۲۸-۱۰۵.

میردریکوند ف، حسین نژادغ، علی عسکری م، ادیب منش م. ۱۳۹۴. بررسی تأثیر روش تدریس فعال بر عملکرد تحصیلی دانش آموزان در درس علوم پایه سوم راهنمایی شهر اندیمشک، پژوهش در برنامه ریزی درسی، (۱۲): ۴۷-۱۳۳-۱۴۴.

ویسی کهره، س، کردنوقایی ر، فرهادی م. ۱۳۹۴. تأثیر آموزش زیست شناسی به روش تفکر استقرایی بر سطوح یادگیری درس زیست شناسی دانش آموزان پسر پایه دوم متوسطه، پژوهش در برنامه ریزی درسی، (۱۲): ۷۱-۳۳-۷۳.

یزدیان پور ن، یوسفی ع، حقانی ف. ۱۳۸۵. تأثیر آموزش به روش پروژه‌های و مشارکتی بر پیشرفت تحصیلی دانش آموزان دختر سوم تجربی فولادشهر در درس آمار و مدل سازی، دانش و پژوهش در علوم تربیتی - برنامه ریزی درسی، ۲۲: ۹۸-۸۸.

Abeire AM. 2014. The comparison between cooperative teaching methodologies of physics and also discovery and speech-based method and the students educational progress and their approach to this course. *Journal of Curriculum Research*, 3(15): 14-23.

AdamsC. M, Wilson T. D. 2011. Virtual cerebral ventricular system: An MR-based three-dimensional computer model. *Anatomical Sciences Education*, 4(6) : 340-347.

Ajaja Patrick O. 2013. Which strategy best suits biology teaching? Lecturing, concept mapping, cooperative learning or learning cycle? *Electronic Journal of Science Education*:17(1): 1-36.

Gocer A. 2010. A comparative research on the effectivity of cooperative learning method and jigsaw technique on teaching literary genres, *Educational Research and Reviews*, 5(8): 439-445.

Aydede M.N, Kesercioglu T. 2010. The effect of active learning applications on students views about scientific knowledge. *Procedia Social and Behavioral Sciences*: 2(2): 3783-3786.

Azuma, R.T. .1997. A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*. 6(4) : 355-385.

Bayraktar S, Erten S. Aydogdu C. .2006. Fen ve teknoloji ogretiminde laboratuvarin onemi ve deneyler. M. Bahar (Ed.), Ankara, PegemA Yayıncılık: 219-248.

Bell Ph.2004. The school science laboratory: Considerations of learning, technology, and scientific practice. *National Academy of Sciences*: 1-37.

Brown G, Atkinson M, Betjemann A. 2003. Effective Teaching in Higher Education. *British Journal of Educational Studies*, 37(1):86.

Buldu M, Buldu N. (2010). Concept mapping as a formative assessment in collegclassrooms:measuring usefulness and student satisfaction.*Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2: 2099-2104.

Caine R.N, Caine G. 1990. Understanding a Brain Based Approach to Learning and Teaching. *Educational Leadership*, 48(2): 66-70.

Chen P, Liu X, Cheng W, Huang, R. 2017. A review of using Augmented Reality in Education from 2011 to 2016, *Innovations in Smart Learning*: 13- 18.

- Cimer, A. 2012. What makes biology learning difficult and effective: Student views, *Educational Research and Reviews*, (3)7: 61 -71.
- Colosi, J. C, Zales, C. R. 1998. Jigsaw cooperative learning improves biology lab courses. *Bioscience*, 48(2), 118-124.
- Dede, C. 2009. Immersive interfaces for engagement and learning. *Science*. 323(5910) : 66-69.
- Deveci Topal A, Ocak MA. 2014. The effect of the anatomy course prepared in the blended learning environment on students' academic achievement. *Educational Technology Theory and Practice*. 4: 48 -62.
- Dunleavy M, Dede C, Mitchell R. 2009. Affordances and limitations of immersive participatory augmented reality simulations for teaching and learning. *Journal of Science Education and Technology*, 18(1): 7-22.
- Eggen P, Kauchak D, Garry S. 2010. *Educational Psychology: Windows on Classrooms* (fifth edition). Prentice Hall. USA.
- Elkhidir N, 2020, Effective Teaching Strategies in Biological Education: Present and Future Prospects, *Open Science Journal*, 5(4): 1-8.
- Ganguly PK. 2010. Teaching and Learning of Anatomy in the 21st Century: Direction and the Strategies. *The Open Medical Education Journal*. 3(1) : 5-10.
- Garabet M.Miroon C. 2010. Conceptual map didactic method of constructiveist type during the physics lessons. *Procedia Social and Behavior Sciences*, 2: 3622-3631.
- Hakkarainen, K. 2003. Progressive inquiry in a computer-supported biology class. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(10):1072–1088.
- Hakkarainen K, Sintonen M. 2002. The interrogative model of inquiry and computer supported collaborative learning. *Science Education*, 11:25–43.
- Hart L. 2002. *Human brain and human learning*. OR: Books for Educators, Twelfth Printing, 206 pp.
- Hart P, Nolan K. 1999. A critical analysis of research in environmental education. *Science Education*. 1999, 34, 1–69.
- Heflich D, Dixon J, Davis K. 2001. Taking It to the Field: The Authentic Integration of Mathematics and Technology in Inquiry-Based Science Instruction, *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 20(1): 99-112.
- Hinck SM, Webb P, Sims-Giddens S. 2006. Helton C. Student learning with concept mapping of care plans in community. *Based Education*, 22(1):23-29.
- Hofstein A, Lunetta VN. 2004. The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88:28-54.
- Hofstein A. 2004, The laboratory in chemistry education: thirty years of experience with developments, implementation and evaluation, *Chemistry Education Research and Practice*, 5:247-264.
- Holt E A, Young C, Keetch J, Larsen S, Mollner, B. 2015. The greatest learning return on your pedagogical investment: alignment, assessment or in-class instruction? *PloS One*, 10(9):1-19.
- Howlett U, Vladimi Robert J, Jain Lakhmi C. 2015. Smart Education and Smart e-Learning, presented at the 2nd international KES conference, 41:514 pp.

- Jacinta A, Nkasiobi S. 2011. Inquiry Instructional Method and the School Science Curriculum, *Current Research Journal of Social Sciences* 3(3): 188-198.
- Jamali S. S, Shiratuddin M. F, Wong, K. W. 2015. Educational tools: A review of interfaces of mobile-augmented reality (MAR) applications. *Lecture Notes in Electrical Engineering*. 313: 569 -574.
- Jeronen E, Palmberg I, Yli-Panula E. 2016. Teaching Methods in Biology Education and Sustainability Education Including Outdoor Education for Promoting Sustainability—A Literature Review, *Education Sciences*, 7(1):1-19.
- Jones H, Black B, Green J, Langton P, Rutherford S, Scott J, Brown S. 2015. Indications of knowledge retention in the transition to higher education. *Journal of Biological Education*, 49(3), 261-273.
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1989). Cooperation and competition: Theory and research. Interaction Book Company, 8(3).
- Johnson, E. O, Charchanti A. V, Troupis T.G .2012. Modernization of an anatomy class: From conceptualization to implementation. A case for integrated multimodal–multidisciplinary teaching. *Anatomical sciences education*, 5 (6) : 354 -366.
- Kalyuga S. 2009. Managing cognitive load in adaptive ICT-Based learning. *Journal of Systemics. Cybernetics and Informatics*, 7(5) :16 -21.
- Kaufmann J. C, Stemberg R. J (2010). Theories of creativity. The Cambridge Handbook of Creativity Network. Cambridge University Press.
- Kiernan D.A, Lotter C. 2019. Inquiry-Based Teaching in the College Classroom: The Nontraditional Student. *The American Biology Teacher*, 81(7): 479-484.
- Krevelen R.V, Poelman R. 2010. A survey of augmented reality technologies, applications and limitations, *International Journal of Virtual Reality*, 9 (2): 1-20.
- Kubika-Sebitosi E. 2007. Understanding genetics and inheritance in rural schools. *Educational Research*. 61-56:(2)41.
- Lubkowitz M, Koch K, Weil C, Braun D. M. 2017. A question-based approach to teaching photosynthesis, carbohydrate partitioning, and energy flow, *The American Biology Teacher*, 79(8), 655-660.
- McCarthy B. 1990. Using the 4MAT system to bring learning style to schools. *Educational leadership*, 48: 31-37.
- McKeown P, Heylings D. J. A, Stevenson M, McKelvey K. J, Nixon J. R, McCluskey D. 2003. The impact of curricular change on medical students knowledge of anatomy. *Medical Education*. 2(2) : 2744 -2749.
- Mesrabady J, Alilu A. 2016. The effectiveness of concept mapping on retention and understanding and application of concepts of science. *Journal of Educational Psychology*, 12 (40):151-171.
- Mih C, Mih V. 2011. Conceptual maps as mediators of self-regulated learning. *Procedia social and behavioral sciences*, 29:390-395
- Nuland M. E, Chen M, England B. J. 2019. Bringing Plants & Soils to Life through a Simple Role-Playing Activity. *The American Biology Teacher*, 81(4): 287-290.
- Odotuyi M. O. 2015. Influence of Laboratory Learning Environment on Students' Academic Performance in Secondary School Chemistry, *Adeyemi Federal University of Education*, 5(12): 814-821

- Ottander C, Grelsson G. 2006. Laboratory work: the teachers' perspective. *Journal of Biological Education*, 40(3): 113–118.
- Shachar H, Fischer H. 2004. Cooperative learning and the achievement of motivation and perceptions of students in 11th grade chemistry classes, *Learning and Instruction*, 14 : 69–87.
- Schmid S, Bogner F.X .2019. Hearing: An Inquiry-Based Learning Module Linking Biology & Physics. *The American Biology Teacher*, 81(7): 485-489.
- Simmons M, Wu X, Knight S, Lopez R. 2008. Assessing the influence of field- and GIS-based inquiry on student attitude and conceptual knowledge in an undergraduate ecology lab. *CBE—Life Sciences Education*, 7:338–345.
- Smith M.K, Wood W.B, Adams W.K, Wieman C, Knight J.K, Guild N. et al. 2009. Why peer discussion improves student performance on in-class concept questions. *Science*, 323:122–124.
- Tanner K, Chatman L. S, Allen D. 2003. Approaches to cell biology teaching: cooperative learning in the science classroom—beyond students working in groups. *Cell biology education*, 2(1): 1-5.
- Taskin M, Pepe H, Taskin C, Gevate Ce, Taskin H. 2011. The effect of concept maps in teaching sportive technique. *Procedia Social and behavioral sciences*, 11:141- 144.
- Tomazic I, Vidic T, 2009. A biology teacher – a second career choice, *Acta Biologica Slovenica*, 52 (1): 49-59.
- Veselinovska S.S. 2011. The effect of teaching methods on cognitive achievement, retention, and attitude among in biology studying. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 15: 2521- 2527.
- Vilkoniene, M. 2009. Influence of Augmented Reality Technology upon Pupils' Knowledge about Human Digestive System: The Results of the Experiment. *Online Submission*, 6 (1): 36-43.
- Wang X, Kim M.J, Love P.E.D. 2013. Augmented Reality in built environment: Classification and implications for future research. *Automation in Construction*, 32:1-13.
- Wojciechowski R, Cellary W. 2013. Evaluation of learners' attitude toward learning in ARIES augmented reality environments. *Computers and Education*. 68: 570-585.
- Wu H, Lee S, Chang H.Y, Liang J.C. 2013. Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education, *Computers and Education*. 62: 41-49.