

دکتر زهرا نیکنام^۱

مقدمه

برای فهم تاریخچه کاربرد فاوا در آموزش علوم و فناوری، نیازمند توجه به تحولات برنامه درسی و آموزش علوم و فناوری هستیم. از این رو در ابتداء به جهت گیری های عمده مطرح در این خصوص و دلائل پشتیبان آن و بطور کلی به سیر تحولات این عرصه می پردازیم. فهم تحولات برنامه درسی و آموزش علوم، ارتباط تنگاتنگی با تاریخچه نظریه های یادگیری و تدریس و نیز، تحول در ماهیت علم به عنوان مقوله ای در حال تغییر دارد. بعلاوه، بحث ها و دیدگاه های مختلف در خصوص اهداف آموزش علوم نیز باید مورد توجه قرار گیرد چراکه اهداف آموزش علوم و فناوری ارتباط وثیقی با سواد علمی^۲ و فناورانه دارد.

تاریخچه کاربرد فاوا در آموزش علوم و فناوری

در نگاهی تاریخی به تحولات آموزش علوم و فناوری، دو هدف و دیدگاه رقیب قابل شناسایی است: الف) آماده کردن دانش آموزان برای ورود به دانشگاه به منظور آماده سازی و آموزش دانشمندان و شاغلان بخش های علمی آینده و ب) آموزش علوم برای شهروندی^۳ و در خدمت نیازهای فردی و اجتماعی همه دانش آموزان (آزبورن^۴، ۲۰۰۶).

فنشام^۵ در *دانشنامه بین المللی آموزش علوم* (۲۰۱۵) تمایزهای این دو دیدگاه رقیب را تبیین کرده است. در دیدگاه اول، برنامه های -درسی علوم مدرسه ای بر اساس غلبه و تفوق نیازهای اجتماع علمی و دانشگاهی شکل می گیرد. این برنامه ها متناسب با دانش آموزانی است که دوره های پیش از دانشگاه را در رشته های مرتبط با علم می گذرانند و می خواهند به عنوان دانشمند، مهندس، پزشک یا صاحبان مشاغل مرتبط با علم در آینده فعالیت کنند. در این دیدگاه، آموزش علوم در دوره عمومی باید پیش نیازهای لازم برای علوم پیشرفته تر در سال های بعدی را در اختیار دانش آموزان قرار دهد. اصلاحات برنامه درسی علوم دوره پس از پرتاب اسپوتنیک در آمریکا، به شدت تحت تاثیر این دیدگاه بوده است.

اما دیدگاه دوم، طرفدار آن است که، برنامه درسی علوم باید بر اساس نیاز همه یا اکثریت دانش آموزان طراحی و اجرا شود. بسیاری از دانش آموزان بعد از پایان آموزش عمومی، در رشته های علمی ادامه تحصیل نمی دهند. از این رو طرفداران این دیدگاه بر این نظرند که، آموزش عمومی باید، پایه و بنیاد علمی مناسبی برای یادگیری مادام العمر و نه بنیادی سخت^۶ در خدمت رشته های علمی برای دانش آموزان فراهم آورد. در واقع معتقدند به دلیل آغشتگی زندگی مدرن امروزی با مسائل و مباحث علمی، همه دانش آموزان، صرف نظر از رشته تحصیلی شان در دبیرستان، نیاز به دانش و سواد علمی برای زیست فردی و اجتماعی شان دارند. برای مثال همه دانش آموزان باید فهم خوبی درباره آنچه به کیفیت محیط زیست، استفاده از منابع آب و انرژی، تصمیم گیری درباره مسائل علمی-اجتماعی نظیر تغییرات ژنتیک و محصولات تراریخته، بهداشت و سلامت شخصی داشته باشند. در این صورت آموزش علوم وظیفه آماده سازی دانش آموزان برای

z_niknam@yahoo.com

۱. هیأت علمی دانشگاه خوارزمی

2. Scientific And Technological Literacy

3. Science For Citizen

4. Osborn

5. Fensham

6. Solid Foundation

زندگی مشحون از ظهور و بروزهای علمی و فناورانه را دارد، به گونه‌ای که آنان شهروند جامعهٔ مردم‌سالار شوند؛ جامعه‌ای که در آن بخش قابل توجهی از تصمیم‌گیری‌ها بر اساس ملاحظات علمی-اجتماعی و اخلاقی است (بای بی^۱، ۲۰۱۵).

البته در هر دو دیدگاه، دانش‌آموزان باید قوانین و نظریه‌های علمی را بفهمند و مطالب، محتوا و روش‌های علمی را یاد بگیرند؛ اما تفاوت در بافت و زمینه‌ای است که این دانسته‌ها در آن بکار گرفته می‌شود و نیز اهدافی که برنامه درسی علوم دنبال می‌کند. با این مقدمه، بحث تاریخچه کاربرد فاوا در برنامه درسی و آموزش علوم را پی‌می‌گیریم.

در آغاز کاربرد فاوا در آموزش علوم منحصر به فعالیت‌هایی بود که پیش از آن نیز در کلاس‌های علوم متداول بودند، مانند نمایش داده‌ها و اطلاعات، ارائه بحث‌ها و سخنرانی دانشمندان و معلمان برجسته علوم و ارائه مطالب. در این کاربردها توجه چندانی به نظریه‌های یادگیری و آموزش نمی‌شد و فاوا، امری صرفاً فنی با توجه به ویژگی‌های سخت افزاری و نرم افزاری آن بود. این گونه کاربردها موجب ناامیدی از فاوا برای بهبود یاددهی-یادگیری شده بود. تحقیقاتی وجود دارد که نشان می‌دهد استفاده از برخی برنامه‌های رایانه‌ای یا نرم-افزارها در این دوران، برای بصری‌سازی^۲ مفاهیم و قوانین علمی، حتی موجب سردرگمی بیشتر دانش‌آموزان شده بود (لین، ۲۰۰۳).

با افزایش قدرت و قابلیت‌های رایانه‌ها و رشد و تکامل دانش یاددهی-یادگیری، کاربردهای فاوا فکورانه‌تر شد. در این مرحله، برای متناسب شدن کاربردهای فاوا با اهداف برنامه درسی و آموزش، در طراحی و تولید نرم‌افزارهای آموزشی موثر یا ابزارهای مناسب پشتیبان معلم، فهم عمیق و کامل یادگیری و اهداف آموزش علوم به تدریج مدنظر قرار گرفت. برای نمونه می‌توان به موضوع توانایی تلفیق ایده‌ها و اندیشه‌های علمی دانش‌آموزان اشاره کرد. بسیاری از دانش‌آموزان دانش و مفاهیم علمی را به صورت مجزا و تکه تکه از یکدیگر می‌آموزند و صرفاً آنها را به هم می‌افزایند. پژوهشگران تلاش کرده‌اند تا با طراحی ابزارهایی به تلفیق اندیشه‌های علمی در ذهن دانش‌آموزان کمک کنند. دانش‌آموزان وقتی به فهم منسجم و تلفیق یافته از علوم دست می‌یابند که بتوانند روابط معناداری میان ایده‌های علمی بسازند و ارتباط میان آنها را بفهمند (کراجکیک و مان^۳، ۲۰۱۴). از این رو طیف بسیار گسترده‌ای از فناوری‌های دیجیتال برای ایجاد نقشه‌های استدلالی^۴ توسط دانش‌آموزان، یادداشت‌برداری از تأملات علمی، و ابزارهایی برای ثبت گزارش‌ها بکار گرفته شده است تا از این طریق، فرایند تلفیق دانش در ذهن دانش‌آموز را مشاهده‌پذیر کنند و موجب رشد و بهبود آن شوند (لین ۲۰۱۰ و ۲۰۰۳؛ لین و ایلون^۵، ۲۰۱۱).

تلقی‌های جدید از ماهیت سواد علمی، تغییرات آموزش علوم در قرن بیست و یکم را به دنبال داشته است. آذربورن (۲۰۰۶)، برخورداری از سواد علمی را مستلزم آن می‌داند که برنامه درسی علوم نه تنها شامل محتوا و دانش علمی باشد، بلکه به برخی گفتمان‌ها و فعالیت‌های علمی دانشمندان از جمله فرایندهای ساخت نظریه، تصمیم‌گیری و ارتباطات و عوامل اجتماعی کار آنان نیز بپردازد. این گونه تحولات در کنار توسعه‌های مطرح در خصوص یاددهی-یادگیری منجر به توجه به کاوشگری^۶ در علوم شده است.

رویکردهای کاوشگری، یادگیری را در موقعیت‌های سئوالی و مساله‌های معنادار برای دانش‌آموزان قرار می‌دهند، لذا کاوشگری علاوه بر رشد دانش رشته‌ای، استدلال کردن و مهارت‌هایی که برای بدست آوردن دانش علمی لازمست را نیز ارتقا می‌دهد. ابزارهای رایانه‌ای و فاوا چالش‌های استفاده از کاوشگری در برنامه درسی علوم را کاهش داده‌اند. آنها با ایجاد محیط‌های یادگیری حمایتگر و در دسترس قرار دادن دانش علمی پیچیده برای دانش‌آموزان زمینه لازم برای کاوشگری در علوم را افزایش داده‌اند. به عنوان نمونه، وایز^۷، در فرایند کاوشگری داربست زدن‌هایی از جنس ارائه راهنمایی تخصصی برای کاربران فراهم می‌آورد، یا نرم افزار Model_It محیط رایانه‌ای است که امکان مدل‌سازی از پدیده‌های طبیعی را به خوبی در کاوشگری بوجود می‌آورد. این نرم افزار این قابلیت را دارد که دانش‌آموزان به

1. Bybee
2. Visualization
3. Krajcik And Mun
4. Argument Maps
5. Eylon
6. Inquiry
7. Web-Based Inquiry Science Environment: Wise

صورت کیفی، مدل‌سازی‌های علمی که نیازمند دانش ریاضی پیچیده‌اند را انجام دهند و به طراحی، اجرا و ارزیابی آنها بپردازند. ابریاخ و ملوسی‌پور^۱ در مدخل کاوشگری در *دانشنامه آموزش علوم*، اظهار کرده‌اند که این گونه نرم‌افزارها مطالبه و بار شناختی مدل‌سازی علمی را کاهش می‌دهند و به تعبیری موجب می‌شوند تکلیف و فعالیت مورد نظر در منطقه تقریبی رشد^۲ یادگیرنده قرار گیرد (گانستون، ۲۰۱۴). در سیر تاریخی تحولات کاربرد فاوا در آموزش علوم شاهد استفاده از فاوا برای تحقق شعار «علوم برای همه»^۳ هستیم. اهمیت فهم عموم مردم از علم^۴ و توجه به برابری فرصت‌های آموزشی برای همه دانش‌آموزان در یادگیری علوم از جمله موضوعاتی است که از دهه نود میلادی بدین سو، در اسناد جدید آموزش علوم^۵ بر آنها تأکید شده است. معمولاً در کلاس درس، تعداد کمی از دانش‌آموزان در بحث‌های علمی شرکت می‌کنند، یا فرصت گفتگوی علمی با هم‌کلاسی‌هایشان یا دست‌ورزی‌های علمی را دارند. اما شبکه‌های اجتماعی که برای آموزش علوم و فناوری بکار گرفته می‌شوند، امکان تبادل نظر و مشارکت همه دانش‌آموزان و نیز ارائه بازخورد به فعالیت‌های آنان را به صورت گروهی و خصوصی بوجود آورده است. در واقع فاوا این قابلیت را دارد که آموزش را با نیازهای آموزشی دانش‌آموزان متناسب کند و با تلفیق اندیشه‌های تربیتی، محیط‌های یادگیری‌ای طراحی کند که زمینه‌ساز موفقیت اکثریت دانش‌آموزان باشد. توجه به نقش گروه‌های کوچک دانش‌آموزی (به جای یادگیری و تدریس برای کل کلاس) در یادگیری مفاهیم علمی و کاوشگری از جمله دستاوردهای آموزشی است که با کاربردهایی مانند بحث‌های برخط^۶ و گروه‌های مجازی گفتگو، زمینه موفقیت دانش‌آموزانی را فراهم آورده است، که در غیاب فاوا پیشرفت تحصیلی چندانی در علوم نمی‌داشتند.

شبکه‌های مجازی و وب‌های تعاملی نیز به شدت در خدمت ارتقا فهم دانش‌آموزان و عموم مردم از علم بوده‌اند. این فناوری‌ها، روابط دموکراتیک در آموزش علوم را ارتقا داده‌اند. برای مثال سایت‌هایی مانند «از دانشمند بپرس»^۷ به منظور دسترسی مستقیم آحاد مردم به به دانش علمی، طراحی شده است و یا پروژه Madsci، امکان ارتباط مستقیم میان دانشمندان و دانش‌آموزان را برقرار می‌کند.

قابلیت‌های فاوا

در بخش پیش بطور ضمنی به قابلیت‌های عمده فاوا در برنامه درسی علوم اشاره شد. در این بخش بطور مختصر و برای تصریح مطلب، برخی از مهم‌ترین این قابلیت‌ها ذکر می‌گردد. پیش از آن لازم به ذکر است، منظور از فاوا در ارتباط با برنامه درسی علوم و کلاس درس، مجموعه ابزارهای متنوعی است که برخی از آنها عبارتند از تجهیزات آزمایشگاهی مانند انواع وسایل اندازه‌گیری، آزمایشگاه‌های مجازی، مواد و رسانه‌های تصویری، مانند فیلم‌ها، فیلم استریپ‌ها، برنامه‌های تلویزیونی، پویانمایی‌ها، و بصری‌سازی‌های علمی، رسانه‌های تعاملی مانند معلم و کتاب‌های آموزشی دیجیتال، برنامه‌های مدل‌سازی، محیط‌های یادگیری داربست زده شده^۸، ویکی‌ها، برنامه‌های شبیه‌سازی، محیط‌های پشتیبانی شده برای یادگیری کاوشگری، سایت‌ها و برنامه‌های خودآموز، روش‌های ارتباط الکترونیکی مانند ایمیل، محیط‌های بحث‌وگفتگو یا تابلوهای اعلانات، ابزارهای وب ۲ و ... است. ظهور این ابزارها و فناوری‌های آموزشی، دسترسی گسترده مدارس به منابع اینترنتی و سایر ابزار و امکانات کاوشگری علمی درون و بیرون از مدرسه را افزایش داده و مرزهای میان علوم مدرسه‌ای و علم واقعی را روز به روز کمرنگ کرده است.

1. Eberbach And Hmelo-Silver
2. Zone Of Proximal Development :Zpd
3. Science For All
4. Public Understanding Of Science

۵. برای مثال در استانداردهای ملی در آموزش علوم تهیه شده توسط شورای ملی پژوهش (Nrc) آمریکا در سال ۱۹۹۶ و *استانداردها و نشانگرهای نسل آینده علوم (Next Generation Science Standards)* سال ۲۰۱۳، جهت‌گیری «علوم برای همگان» تصریح شده است.

6. On-Line Discussions
7. Ask-A -Scientis T Sites
8. Scaffolded Learning

برخی از مهمترین قابلیت‌های فاوا در آموزش علوم به ویژه در محیط‌های برخط کاوشگری^۱ عبارتست از کاهش محدودیت‌های مکانی و زمانی دسترسی به اطلاعات و ارتباطات، دسترسی به بانک داده‌ها و منابع اطلاعاتی علمی، افزایش فرصت‌هایی برای شخصی‌سازی و سفارشی کردن تجارب یادگیری (گانستون، ۲۰۱۵). این دست قابلیت‌ها بعد همیارانه^۲ و مشارکتی یادگیری؛ وجه دسترس‌پذیری به داده‌ها و محتوای علمی و نیز ابعاد پداگوژیکی به ویژه شرایط داربست زدن در آموزش را ارتقا داده است.

قابلیت‌های فاوا در زمینه بصری‌سازی و مدل‌سازی‌های علمی، توجه به رویکردهای جدید تدریس را مدنظر داشته و با طراحی محیط‌های یادگیری حمایت شده با یارانه، تعداد دانش‌آموز بیشتری را درگیر بحث و گفتگوی علمی کرده است. طراحی فعالیت‌هایی که یادگیری را تقویت می‌کند از قابلیت‌های برجسته کاربرد فاواست. برای مثال تصویرسازی از رسانش گرما، موجب فهم تلفیق یافته‌تری از گرما در دانش‌آموزان می‌شود، یا نمایش پویای نمودارها فهم آنان نسبت به نمودار را بهبود می‌بخشد (لین، ۲۰۱۰).

آزبورن (۲۰۰۶)، شش پیامد عمده کاربرد فاوا برای آموزش علوم و فناوری را این موارد می‌داند: تسریع در انجام کارها، کمک به خلاصی از فرایندهای دستی کارهای آزمایشگاهی و در نتیجه فراهم آوردن زمان بیشتر برای بحث، تفکر و تفسیر؛ افزایش برقراری ارتباط میان علوم مدرسه‌ای با علم معاصر و فراهم آوردن دسترسی به تجاربی که به جزء از طریق فناوری‌ها امکان‌پذیر نیست؛ حمایت از کشف و آزمایش یا فراهم آوردن بازخوردهای بلاواسطه و فوری به صورت مجازی؛ تسهیل یادگیری مفاهیم انتزاعی علمی؛ پرورش خودتنظیمی و یادگیری همیارانه؛ و بهبود انگیزه دانش‌آموزان و افزایش درگیری آنها با مطالب.

واضح است با گسترش اشکال جدید فناوری‌های سیار، محیط‌های یادگیری یکپارچه‌تری برای دانش‌آموزان محقق شده است. به گونه‌ای که زمان و مکان مطرح در مرزهای سنتی محیط‌های یادگیری آنلاین و آفلاین و یادگیری رسمی و غیررسمی فرو ریخته شده است.

برخی نوآوری‌ها و نمونه‌های برجسته کاربرد فاوا

بحث در خصوص معرفی نمونه‌های برجسته فاوا، نیازمند تعیین شاخص‌ها و ملاک‌هایی برای بررسی، مقایسه و داوری است. سانگر^۳ (۲۰۰۷) سه شاخص تناسب با مخاطب؛ نوع فعالیت‌های یادگیری طراحی شده؛ و پیامد و آنچه دانش‌آموز در نتیجه استفاده از فاوا باید انجام دهد، را از جمله ملاک‌هایی می‌داند که در بررسی کاربردهای آموزشی فاوا باید مورد توجه باشد. در ادامه به شش نمونه که به زعم سانگر، این ملاک‌ها را دارند و موجب تسهیل تحقق اهداف آموزش علوم شده‌اند، اشاره می‌شود:

الف- منظومه شمسی مجازی^۴: در این ابزار اندازه، فاصله، وضعیت سیارات منظومه شمسی و چرخش آنها نسبت به هم شبیه‌سازی شده است. از این‌رو توانایی دانش‌آموزان در تصویرسازی از مفاهیم انتزاعی سه‌بعدی نجوم را رشد می‌دهد و موجب می‌شود آنان به طور انتقادی در خصوص این مفاهیم فکر کنند.

ب- تینکرتولز^۵: این پروژه برای دانش‌آموزان دوره راهنمایی و برای بهبود توانایی حل مساله در فیزیک طراحی شده است و مهارت‌های فراشناخت درباره فرایند یادگیری را نیز رشد می‌دهد. تینکرتولز الهام‌بخش ابزارهای متعددی برای موضوعات درسی دیگر نیز بوده است

ج- محیط یادگیری عامدانه پشتیبانی شده با کامپیوتر^۶: از ابزارهای تعاملی بسیار موثر بر یاددهی-یادگیری است که فرصت ایجاد ارتباط، ارتباط، بحث و گفتگو با دیگران در خصوص اندیشه‌های علمی و ارزیابی نقادانه آنها را فراهم می‌آورد. تأثیر این ابزار بر تعمیق یادگیری و افزایش نمرات آزمون‌های استاندارد نشان داده شده است.^۷

1. Online Inquiry Environments
2. Collaborative
3. Songer
4. The Virtual Solar System: Vss
5. Thinker Tools
6. Computer Supported Intentional Learning Environment: Csile
7. <http://www.knowledgeforum.com>

د- ابزارهای برخط برای داربست زدن^۱: منظور از داربست زدن، کمک‌هایی است که دانش‌آموزان حین انجام تکالیف یا حل مسائل دریافت می‌کنند. برای مثال در نرم‌افزارهای یادگیری علوم، از پرامت‌های مکتوب^۲، لینک‌ها، یا نمودارهایی استفاده می‌شود تا راهنمایی و کمک مناسب به یادگیرنده ارائه شود. این ابزارها، به رشد دانش مفهومی، مهارت استدلال‌ورزی و فهم ماهیت علم کمک می‌کنند. محیط‌های برخط برای کاوشگری در آموزش علوم و از جمله آنها WISE و پلتفرم STOCHASMOS از جمله محیط‌های است که داربست‌های لازم برای انجام پروژه‌های کوچک کاوشگری، همراه با فرصت‌هایی برای تأمل بر اساس شواهد را در اختیار دانش‌آموزان قرار می‌دهد (کیزا^۳ در گانستون، ۲۰۱۵).

ه- فاوا برای جمع‌آوری، تجزیه و تحلیل و تفسیر داده‌ها: این کاربرد فاوا، در یادگیری علوم، نسبتاً جدید است. برای این منظور از رایانه‌های کوچک دستی^۴ مانند پی‌دی‌ای‌ها^۵، برای جمع‌آوری سریع داده‌ها و ارائه بازخورد در محیط‌های یادگیری و تدریس استفاده می‌شود. پروژه WHIRI^۶ از نمونه‌های برجسته‌ای است که در آن، معلمان از رایانه‌های دستی استفاده می‌کنند. تعاملی بودن این ابزار، موجب ارتقاء توانایی معلمان در ارائه بازخورد سریع و سنجش میزان یادگیری دانش‌آموزان بوده است و- سایبرترکر^۷: به منظور جمع‌آوری داده‌ها و تجزیه و تحلیل آنها استفاده می‌شود. انواع جدید و تغییر یافته آن در آموزش بوم‌شناسی و ساخت تبیین‌های علمی بر اساس شواهد، با عنوان بیوکیدز^۸ شناخته می‌شود (سانگر، ۲۰۰۷).

موانع و محدودیت‌های کاربرد فاوا

پژوهش‌های مختلف حاکی از آن است که صرف وجود فاوا در مدرسه، به معنای استفاده معلمان و تلفیق آن با آموزش نیست و موانع بسیاری در این خصوص وجود دارد. دسته‌بندی‌های متعددی از این موانع مطرح است که گویای پیچیده بودن این موانع است. برای نمونه، موانع درونی و بیرونی نظام آموزشی؛ موانع سطوح خرد، میانه و کلان؛ موانع مادی و غیرمادی؛ و موانع در سطح معلم و در سطح مدرسه از جمله این دسته بندی‌هاست (بینگیملاس^۹، ۲۰۰۹). در این دسته‌بندی‌ها، به عواملی مانند هزینه و کارایی استفاده از فاوا، ضعف دسترسی، محدودیت‌های زمانی کلاس درس، زبان غیربومی فناوری‌ها، محدودیت‌های پداگوژیک و غیرقابل اعتماد بودن آنها برای کلاس، ضعف شایستگی‌های لازم در معلمان، کمبود آموزش مناسب برای معلمان، کمبود پشتیبانی‌ها و حمایت‌های لازم از معلمان، و نگرش منفی و مقاومت معلمان اشاره شده است. بعلاوه بافت آموزش نیز بسیار تعیین کننده است، اموری مانند اهداف و ماهیت فعالیت-های کلاس درس، توانایی دانش‌آموزان و درجه مشارکت آنها، اقتضانات عملی برنامه درسی، و حتی برنامه‌های سیاسی و تربیتی سطح کلان نظام آموزشی.

در پژوهش‌های دارای دیدگاه‌های کل‌گرا، به عدم سازگاری و تناسب ویژگی‌های فرهنگی، اجتماعی و سیاسی محیط‌های آموزشی، با کاربرد فاوا برای آموزش توجه شده است. برای مثال، برنامه‌های درسی سنگین علوم، با حجم زیاد دانش و قالب‌های تجویزی، با کاربرد برخی فناوری‌ها که به خلق فرصت‌هایی برای رشد مهارت‌های استدلال‌ورزی می‌پردازند ناسازگار است. موضوع مهم دیگر، فشارهای خارجی ناشی از ارزشیابی‌های سراسری بر دانش‌آموزان در برخی پایه‌هاست، که عملاً کاربرد تلفیقی فاوا با آموزش علوم را به حاشیه می‌راند (آزبورن، ۲۰۰۳).

1. Online Scaffolding Tools
2. Written Prompt
7. Kyza
4. Handheld Computer
5. Personal Digital Assistant: Pda
6. Wireless Handhelds In Reflection On Learning
7. Cyber Tracker
8. Biokids
9. Bingimlas

بعلاوه، به منظور بهره‌مندی از قابلیت‌ها و ظرفیت‌های فاوا، معلم باید دانش تربیتی محتوای فناورانه^۱ خود را ارتقا دهد. اگرچه ماهیت این نوع فناوری‌ها به گونه‌ای است که استفاده از آن برای کاربران سهل و ساده است، اما در هر صورت معلم باید فهم خوبی نسبت به چگونگی استفاده موثر و مناسب از آنها در کلاس درس داشته باشد. در واقع او باید بتواند تعادل ظریفی میان کمک‌ها و داربست‌زدن‌های رایانه‌ای و انسانی در کلاس بوجود آورد، کاری که در عمل کمتر توأم با موفقیت بوده است. علیرغم حضور گسترده فاوا در مدارس، همچنان ترکیب و تلفیق فاوا در فعالیتهای یاددهی-یادگیری به خوبی صورت نگرفته است. برای رفع این محدودیت‌ها، در گام اول، فاوا باید با رویه‌های یاددهی-یادگیری موجود در کلاس و فعالیتهای معلمان هماهنگ شود و در گام بعدی تلاش کند آن را ارتقا دهد.

References

- Bingimlas, K., A. (2009). Barriers to successful integration of ICT teaching and learning environment: A Review of literature, *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*. 5 (3), 235-245.
- Bybee, R. (2015). Scientific literacy, In Gunstone, R.(Ed.) (2015). *Encyclopedia of Science Education*. Springer Netherlands.
- Krajcik, J.S. & Mun, K. (2014). Promises and challenges of using Technology to promote learning science. In Lederman, N.G. & Abell, S. K. (Eds). *Second handbook of research on science education*.
- Gunstone, R. (Ed.) (2015). *Encyclopedia of science education*. Springer Netherlands.
- Linn, M. C. (2003). Technology and science education: starting points, research programs, and trends, *International Journal of Science Education*, 25(6), 727–758.
- Linn, M.C. (2010). The impact of Technology on Science instruction: Historical Trends and Current opportunities, in Fraser, B. J.; Tobin, K; Mc Robbie, C (Eds.), *Second International Handbook of Science Education*. Springer.
- Linn, M.C. & Eylon, B.S. (2011). *Science learning and instruction: Taking advantage of technology to promote knowledge integration*. New York and London: Routledge, Taylor and Francis Group.
- Osborne, J. & Hennessy, S. (2006). *Literature Review in Science Education and the Role of ICT: Promise, Problems and Future Directions*. Available on: www.futurelab.org.uk/research/lit_reviews.htm.
- Songer, N.B. (2007). Digital Resource versus Cognitive Tools: A Discussion of learning science with technology, in Abell, S. K. & Lederman, N. G (Eds.), *Handbook of research on science education*. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.