یادگیری ترکیبی، رویکردی منعطفانه برای طراحی مدل آموزش ضمن خدمت معلمان ایران در حوزهٔ علم و فناوری نانو

■ زهرا مهربان*

چکیده:

هدف از این پژوهش، پیشـنهاد مدلی برای دوره‌های آموزش ضمن خدمت معلمان ایران در علم و فناوری نانو، مبتنی بر یافته‌های حاصل از تحلیل داده‌های مرتبط با برنامه‌های آموزش ضمن خدمت علـم و فناوری نانوی معلمان در ایالات‌متحدهٔ آمریکا، اسـترالیا، تایوان و امکانات مادی- انسـانیِ موجود در ایران بوده است. روش پژوهش توصیفی- تحلیلی است. نتایج حاصل نشان داده است که مدل آموزش ضمن خدمت اتخاذشده در نمونه‌های مورد بررسی، علاوه بر تأثیرپذیری از دانش مورد آموزش، چگونگی فرآیند آموزش، تغییرات نگرشـی و ذهنیتی معلم، از امکانات مادی- انسـانی، وسعت جامعهٔ معلمان تحت آموزش، بازهٔ زمانی دوره‌های آموزشی و سیاست‌های آموزشی نیز متأثر بوده اسـت. همچنین مشـخص گردید اگرچه رابطه‌ای دوسـویه بین مدل اتخاذشده برای آموزش ضمن خدمت و رویکردهای یادگیری برقرار بوده است، ولی در مجموع یادگیری ترکیبی، رویکردی است که هم برای معلمان (در مقابل دو متغیر بسیار مهم زمان و مکان برگزاری دوره‌ها) و هم برای برنامه‌ریزان دوره‌های آموزش ضمن خدمت (در مقابل متغیر توزیع منابع مادی و انسانی) از سیّالیت و انعطاف‌پذیری خوبی برخوردار است. با توجه به نتایج حاصل، در این پژوهش، مدلی دومرحله‌ای شامل آموزش‌های مقدماتی و پیشرفته برای دوره‌های آموزش ضمن خدمت علم و فناوری معلمان ایران پیشـنهاد شده است که در این مراحل با توجه به نقش ICT، مدل مبتنی بر دانش به ترتیب مدل‌های ICT-TPCK و ICTeTD، بوده اسـت که در هر دو مرحله، متناسـب با مدل مبتنی بر دانش، یادگیری ترکیبی به عنوان بهترین رویکرد یادگیری اتخاذ شده است.

کلید واژه‌ها:

مدل، توسعهٔ حرفه‌ای معلمان، آموزش ضمن خدمت معلمان، علم و فناوری نانو، یادگیری ترکیبی، یادگیری چهره به چهره، یادگیری برخط

▣ تاریخ دریافت مقاله: ۹۴/۷/۱ ▣ تاریخ شروع بررسی: ۹۴/۷/۵ ▣ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۵/۳/۱۰

* استادیار پژوهشگاه مطالعات آموزش‌وپرورش..... he_mehraban@yahoo.com

مقدمه

توسعهٔ حرفه‌ای معلمان به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های سیاست‌های آموزشی جهان معاصر شناخته شده است (فور، فلداس، سورگ، آگراوال و ورهرامایان[1]، ۲۰۱۵). با توجه به پیشرفت روزافزون علم و فناوری و ظهور علوم و فنون جدید، آموزش معلمان و توسعهٔ حرفه‌ای آن‌ها، مسئله‌ای حیاتی قلمداد می‌گردد. در اهمیت این آموزش می‌توان گفت که اگر به‌منظور یادگیری موضوعات جدید، فرصت‌های آموزشی برای معلمان فراهم گردد، دیگر ورود آن موضوعات به برنامه‌های درسی دانش‌آموزان زیاد مهم نخواهد بود، زیرا معلمان افرادی هستند که خود از توانمندی بالایی برای تلفیق موضوعات جدید در برنامه‌های درسی و متناسب‌سازی آن‌ها با نیازهای روز جامعه برخوردارند. به‌عبارت کامل‌تر «معلم دارای نقش محوری در نظام آموزشی است... و معلمان در فرآیندِ عمل خود، عاملانی با تشخیص موقعیتی هستند. این تشخیص‌ها البته بستگی به دانش‌های کسب‌شده و تجربه‌های ضبط‌شدهٔ معلمان دارد. اینکه معلمان چه دانش‌هایی دارند و چگونه تجربیات خود را مورد استفاده قرار می‌دهند، به‌شدت از آموزش‌های قبلی متأثر است. دوره‌های آموزش پیش از خدمت و ضمن خدمت به آنان کمک می‌کند تا اعتماد آنان به تصمیمات خودشان متفاوت باشد. ... اگر بخواهیم نظام آموزشی متفاوتی داشته باشیم، لازم است معلمان متفاوتی داشته باشیم» (موسی‌پور، ۱۳۹۳). آموزش معلمان نقش تعیین‌کننده‌ای در شکل‌گیری شخصیت حرفه‌ای و تصمیم‌گیری‌های مناسب آن‌ها در موقعیت‌های آموزشی و تربیتی گوناگون ایفا می‌کند. دوره‌های آموزش معلمان بر اساس مقطع زمانی آموزش به سه دسته تقسیم می‌شوند، ۱. آموزش آغازی معلم[2] (TEI) که به‌منظور تربیت فردی به‌عنوان معلم[3]، قبل از اینکه وی به‌عنوان یک معلم تمام‌وقت در کلاس و در برابر دانش آموزان قرار گیرد، انجام می‌شود. این آموزش‌ها را آموزش‌های پیش از خدمت معلمان یا تربیت‌معلم نیز می‌گویند، ۲. آموزش بدوی یا آموزش ابتدای خدمت که به روند ارائهٔ آموزش و پشتیبانی در ابتدای ورود و معرفی به مراکز آموزشی یا مدارس خاص و تجربی اطلاق می‌شود. این آموزش‌ها به نام کارآموزی نیز نامیده می‌شود، و ۳. آموزش ضمن خدمت[4] (INSTE) یا توسعهٔ حرفه‌ای معلمان[5] TPD (گایبل و برنز[6]، ۲۰۰۵)، و آن آموزش معلمانی است که به‌صورت تمام‌وقت در مدرسه خدمت می‌کنند. این آموزش‌ها که به‌منظور توسعهٔ حرفه‌ای مداوم و به‌روزرسانی و بهبود شایستگی‌های آن‌ها به هنگام مواجهه با موقعیت‌های جدید انجام می‌شود، به‌صورت مداوم بوده و یکی از مهم‌ترین نوع آموزش‌ها به معلمان است (سدیکویی[7]، ۲۰۰۸). شواهد تجربی نیز دلالت بر این داشته‌اند که این آموزش‌ها بر کیفیت کار معلمان از جمله مهارت‌های رفتاری، آموزشی، و تغییر شیوه‌های آموزشی آن‌ها اثرگذار است و توانسته است منجر به ایجاد تأثیرات مثبت بر یادگیری دانش‌آموزان گردد (موست[8]، ۲۰۱۰).

یکی از حوزه‌هایی که در دهه‌های اخیر در برنامهٔ توسعهٔ حرفه‌ای معلمان در دنیا مورد توجه قرار

گرفته علم و فناوری نانو است (بلاندر، پارچمن، آکایگان، و آلبه[9]، ۲۰۱٤). علم نانو مطالعهٔ پدیده‌ها و دست‌کاری مواد در مقیاس اتمی، مولکولی و ماکرو مولکولی در محدودهٔ ۱ الی ۱۰۰ نانومتر است. خواص مواد نانو، به دلیل کوچکی اندازهٔ ذرات، در مقایسه با موادی که دارای ذراتی با اندازهٔ بزرگ‌تر هستند، متفاوت است. فناوری نانو نیز طراحی، شناسایی، تولید و کاربرد نانو ساختارها، دستگاه‌ها و سامانه‌هایی است که اندازهٔ آن‌ها در محدودهٔ نانومتری کنترل شده است (سند سیاست انجمن سلطنتی[10] [RSPD]، ۲۰۰٤). اهمیت و اثرگذاری فناوری نانو به‌گونه‌ای است که تأثیرات و تحولات ناشی از آن تقریباً بر تمامی بخش‌های زندگی بشر سایه انداخته است (روکو وبین‌بریج[11]، ۲۰۰۳) و انتظار می‌رود این تأثیرات در آینده نیز بیشتر گردد.

بسیاری از کشورها با توجه به توسعهٔ سریع فناوری نانو، آموزش این فناوری را به برنامه‌های درسی خود، از سطح k-۱۲ تا سطوح دانشگاهی، به‌منظور افزایش درک دانش‌آموزان و دانشجویان از این حوزهٔ جدید و مهم افزوده‌اند. فناوری نانو ماهیتی بین‌رشته‌ای دارد. این فناوری به‌گونه‌ای است که معلمان برای آموزش آن ناچار به از استفاده از شیوه‌های آموزشی مناسب و بهره‌مندی از ابزارهای نوین و تجارب آموزشی همتایان خود می‌باشند (لین، چن، شی، وانگ، و چانگ[12]، ۲۰۱۵). به همین دلیل توسعهٔ حرفه‌ای معلمان در علم و فناوری نانو از جمله اولویت‌های سیاست‌های آموزشی کشورهای فعال در این حوزه قرار گرفته است.

در ایران توجه به علم و فناوری نانو در آموزش‌وپرورش به شکل برنامه‌های درسی غیررسمی، رشد چشم‌گیری داشته است به‌گونه‌ای که در حال حاضر تعداد قابل‌توجهی از پژوهش‌سراهای دانش‌آموزی در سطح کشور با حمایت ستاد توسعهٔ فناوری نانو، مشغول به آموزش‌های نظری در این زمینه می‌باشند. اکنون قریب به چهل و هشت پژوهش‌سرای دانش‌آموزی برای آموزش‌های عملی به تجهیزات آزمایشگاهی مرتبط تجهیز شده‌اند[13]. حضور یافتن سالانهٔ تعداد قابل‌توجهی از آثار و فعالیت‌های دانش‌آموزی در قالب مقالات و طرح‌های نوآورانه در جشنواره‌ها و مسابقات ملی (جشنواره جوان خوارزمی[14]، جشنواره‌های سالانه[15] و المپیادهای دانش‌آموزی فناوری نانو[16])، بیانگر استقبال زیاد جامعهٔ دانش‌آموزی از علم و فناوری نانو و تأثیرگذاری بر علائق و گرایش‌های آن‌ها به جای دانش‌آموزی می‌باشد. لذا برای هدایت و راهنمایی مناسب دانش‌آموزان ضروری است معلمان علوم تجربی (و رشته‌های مرتبط) در دوره‌های آموزش ضمن خدمت در حوزهٔ علم و فناوری نانو تحت آموزش قرار گیرند.

پژوهش حاضر درصدد است با بررسی و مطالعهٔ دوره‌های آموزش ضمن خدمت علم و فناوری نانو برای معلمان، در کشورهای پیشرو، و استخراج مدل‌ها و رویکردهای یادگیری اتخاذشده، به همراه اطلاعات حاصل از تجهیزات و منابع انسانی قابل‌دسترس در ایران، مدل مناسب و قابل اجرایی را برای آموزش ضمن خدمت معلمان در حوزهٔ علم و فناوری نانو پیشنهاد دهد.

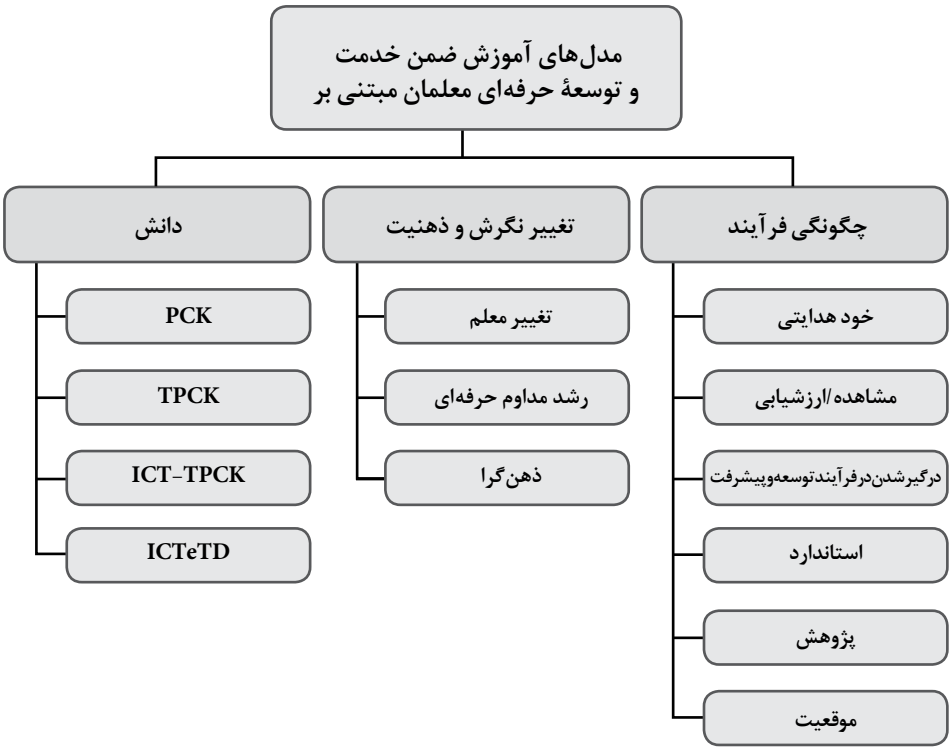
■ مبانی نظری

با مرور و جمع‌بندی مدل‌های آموزش ضمن خدمت و توسعهٔ حرفه‌ای معلمان، می‌توان آن‌ها را بر اساس محور تمرکز در سه دستهٔ مدل‌هایی که تأکید بر نوع دانش کسب‌شده توسط معلمان، تغییرات انگیزه، نگرش و ذهنیت معلمان قبل و پس از طی فرآیند آموزش و نیز چگونگی فرآیند توسعهٔ حرفه‌ای معلمان داشته‌اند، قرار داد.

در نوع اول می‌توان به مدل‌های: دانش محتوایی- پداگوژی[17] (PCK) شالمن[18] (۱۹۸۷)؛ دانش فناوری، پداگوژی و محتوایی[19] (TPCK) جس- نیوسام و لِدرمن[20] (۱۹۹۹)، و میشرا و کوهلر[21] (۲۰۰۶)؛ دانش فناوری اطلاعات و ارتباطات[22] (ICT)، فناوری، پداگوژیکی و محتوایی[23] (ICT-TPCK) آنجلی و وَلندیز[24] (۲۰۰۹)؛ و توسعهٔ معلمان با فناوری اطلاعات و ارتباطات افزون‌شدهٔ[25] (ICTeTD) انگیدا[26] (۲۰۱۱) که در آن نقش ICT برای توسعهٔ معلمان در کنار دانش زمینه‌ای، فناورانه، محتوایی و پداگوژیکی افزایش یافته است، اشاره نمود.

در نوع دوم می‌توان سه مدل را بیان نمود ۱. مدل تغییر معلم (گاسکی[27]، ۱۹۸۶) که تغییرات زنجیروار توسعهٔ معلمان (نیل[28]، ۱۹۸۶)، تغییر در عملکرد کلاسی معلم، تغییر در نتایج یادگیری دانش‌آموزان، و تغیر در باورها و نگرش‌های معلم نشان می‌دهد. ۲. مدل رشد مداوم حرفه‌ای (کلارک و هالینگزورث[29]، ۲۰۰۲) که مبتنی بر تحقیقات تجربی بوده و بیانگر تعامل و تأثیر فزاینده حوزه‌های خارجی (منابع خارجی اطلاعات و محرک‌ها)، پیامد (نتایج برجسته) و فردی معلم (دانش، باورها و نگرش‌ها) بر حوزهٔ عمل دانش‌آموز (آزمایش حرفه‌ای) است. ۳. مدل ذهن‌گرا (فور[30]، ۲۰۱۳) که تأثیر متوالی دانش، باورها و نگرش‌های درونی معلم بر رویدادهای آموزشی/پداگوژیکی و نیز بر پیامدهای آموزشی (به‌صورت مثبت یا منفی) را نشان می‌دهد.

در نوع سوم نیز می‌توان به مدل استاندارد[31] (گایبل و برنز، ۲۰۰۵) یا آموزشی[32] (اسپارکس و لاکس- هارسلی[33]، ۱۹۸۶) اشاره کرد که در آن آموزش در قالب کلاس‌ها و کارگاه‌های آموزشی با ساختار آبشاری یا مرکزی پیرامونی (نیل، ۱۹۸۶) صورت می‌گیرد؛ مدل خودهدایتی[34] (گایبل و برنز، ۲۰۰۵)، رهبری شده توسط معلم[35] (اسپارکس و لاکس هارسلی، ۱۹۸۶) و یا رشد فردی معلمان (نیل، ۱۹۸۶)، که نوعی یادگیری مستقل، به اختیار یادگیرنده، و با استفاده از منابع موجود از جمله کامپیوتر و اینترنت می‌باشد؛ مدل مشاهده/ارزشیابی (اسپارکس و لاکس- هارسلی، ۱۹۸۶) که معمولاً مبتنی بر موقعیت خاصی[36] (گایبل و برنز، ۲۰۰۵) از جمله یک مدرسه (کلاس درس باز)، دانشگاه‌های برخط و مجازی (تارسانی زابو[37]، ۲۰۰۸) و یا انجمن‌های معلمان می‌باشد؛ مدل پژوهشی (اسپارکس و لاکس- هارسلی، ۱۹۸۶)، تحقیق گروهی از معلمان (گروه‌های کوچک یا بزرگ) بر روی مواردی که منجر به ارتقا و بهبود آموزش آن‌ها می‌شود، و مدل درگیرشدن در فرآیند توسعه و پیشرفت[38] (اسپارکس و لاکس- هارسلی، ۱۹۸۶)، که معلمان درگیر فرآیندهای توسعه برنامهٔ درسی (نیل، ۱۹۸۶)، ارتقای نظام‌مند مدل و طراحی برنامه‌ها می‌گردند اشاره کرد. نمودار ۱ خلاصه‌ای از این دسته‌بندی را نشان می‌دهد.



نمودار ۱. خلاصهٔ مدل‌های آموزش ضمن خدمت مبتنی بر دانش مورد آموزش، تغییر نگرش و ذهنیت معلم و چگونگی فرآیند آموزش

با مروری بر ادبیات مرتبط با رویکردهای آموزشی و یادگیری مشخص می‌شود که با در نظر داشتن دو متغیر مکان و زمان، رویکردهای یادگیری به سه دستهٔ کلی شامل: یادگیری‌های چهره به چهره[۳۹]، از دور[۴۰]، و ترکیب[۴۱] تقسیم می‌گردند. در یادگیری چهره به چهره، آموزش‌دهنده و یادگیرنده در یک مکان (کلاس درس به مفهوم سنتی) و زمانِ واحد در فرآیند آموزش درگیر می‌شوند. در رویکرد یادگیری از دور، آموزش‌دهنده و یادگیرنده در یک کلاس درس (یک مکان واحد) حضور ندارند ولی علی‌رغم وجود بعد مسافت بین آن دو آن‌ها، ضمن فرآیند آموزش، با یکدیگر در تعامل می‌باشند. به این منظور روش‌های متفاوتی به وجود آمده است (یونسکو، ۲۰۰۱) که یادگیری از طریق تلویزیون (کابلی و تعاملی) و یادگیری برخط[۴۲] از روش‌های اصلی این یادگیری می‌باشند (پراتون[۴۳]، ۱۹۹۳). در یادگیری برخط[۴۴] سامانهٔ آموزشی مبتنی بر وب است و آموزش به دو شکل هم‌زمان (در زمان واحد و مکان متفاوت، از جمله دورا و ویدئو کنفرانس؛ پاندی[۴۵]، ۲۰۱۵) و غیرهم‌زمان[۴۶] (در زمان و مکان متفاوت؛ یوسل[۴۷]، ۲۰۰۶) انجام می‌شود. در رویکرد آخر یعنی ترکیب، ترکیبی از دو رویکرد یادگیری چهره به چهره و یادگیری از دور (اشکال مختلف) مورد استفاده قرار می‌گیرد.

یادگیری ترکیبی[۴۸] که اخیراً مورد توجه قرار گرفته شکل خاصی از رویکردِ ترکیب است که در آن یادگیری از دور تأکیدش بر یادگیری برخط (هم‌زمان و غیرهم‌زمان) می‌باشد و در ادبیات مربوطه با تعابیر متنوعی از آن یاد شده است؛ از جمله این تعاریف:

- نوعی متفاوت از آموزش از دور در نظر گرفته می‌شود که آمیخته‌ای از مزایای آموزش از دور با جنبه‌های مؤثر آموزش سنتی نظیر تعامل چهره به چهره است (فین و بوسری[۴۹]، ۲۰۰٤، نقل از اریلماز[۵۰]، ۲۰۱۵)
- ترکیب مؤثر چند تکنیک آموزشی، فناوری و شیوه‌های ارائه به‌منظور برآورده شدن نیازهای ارتباطی و اشتراک دانش میان یادگیرندگان (پروستر[۵۱]، ۲۰۰۳).
- رشته‌ای که در آن یادگیری برخط و چهره به چهره به هم می‌پیوندند و جایی که ۳۰٪ الی ۷۰٪ از محتوای مورد آموزش به روش برخط ارائه می‌شود (آلن، سی‌من و گرت[۵۲]، ۲۰۰۷).
- رویکردی مهم برای غلبه بر محدودیت‌های چهره به چهره و یادگیری بر خط با تلفیقی از محسنات هر دو نوع رویکرد یادگیری (شلِجر، فاسکو و شانک[۵۳]، ۲۰۰۲).
- برنامهٔ یادگیریِ مشتمل بر به‌کارگیری بیش از یک شیوه برای بهبود نتیجهٔ یادگیری و ارزشمند شدن برنامهٔ ارائه‌شده (سینگ و رید[۵۴]، ۲۰۰۱).
- موقعیت‌های یادگیری که در آن، به‌منظور فراهم نمودن بیشترین تأثیر و کارایی در تجربهٔ آموزشی، چند شیوهٔ ارائه با هم ترکیب شده‌اند (هریمن[۵۵]، ۲۰۰٤ و ویلیامز[۵۶]، ۲۰۰۳).
- ترکیبی بین هر نوع تکنولوژی آموزشی (نوار ویدئویی، CD-ROM، آموزش مبتنی بر وب، فیلم) که با آموزش چهره به چهره قرار گیرد (دریسکول[۵۷]، ۲۰۰۲ و جوی ماتئو، مگینسون و سورتیس[۵۸]، ۲۰۰٤).
- رشتهٔ ترکیبی می‌تواند هرجایی در زنجیرهٔ اتصال در نقطهٔ مقابل انتهای محیط‌های آموزشی چهره به چهره کامل و آموزش برخط کامل قرار گیرد (روایی و جردن[۵۹]، ۲۰۰٤).
- تلفیق یادگیری چهره به چهره و الکترونیکی، با تمرکز بر کاربرد فناوری‌های مبتنی بر اینترنت و با تأکید بر نقش فعالیت‌های بر خط برای توسعه و گسترش یادگیری چهره به چهره (گراهام[۶۰]، ۲۰۰۶).
- فعالیت‌های یادگیری شامل ترکیب نظام‌یافته برهم‌کنش حضوری و برهم‌کنش فناوری- واسطه[۶۱]، بین دانش‌آموزان، معلمان و منابع یادگیری (بلیوس، گودیر و ایلز[۶۲]، ۲۰۰۷).

صاحب‌نظران این حوزه حتی به مفهوم‌پردازی‌های جدید و ارائهٔ چارچوب‌هایی نیز در مورد یادگیری ترکیبی اقدام نموده‌اند؛ از جمله، سینگ (۲۰۰۳) این نوع از ترکیب را با معرفی اصطلاح یادگیری الکترونیکی ترکیبی[۶۳] توصیف می‌نماید. کرس و دِویت[۶۴] (۲۰۰۳) نیز چارچوب مفهومی c-۳-۶۵ را برای طراحان یادگیری ترکیبی ارائه نموده‌اند.

اگـر بخواهیـم تعاریف ارائه‌شـده را علی‌رغم وجود وجوه اشـتراک و افتراق در یـک بیان واحد و خلاصه‌شده بگنجانیم، می‌توان گفت که یادگیری ترکیبی نقطه‌ای است که یادگیری چهره به چهره و برخط، با هدف رفع محدودیت‌های خود و برخورداری از نقاط قوتِ رویکرد مقابل، با یکدیگر ترکیب می‌گردند که، بسته به میزان ترکیب و تلفیق این دو رویکرد، پیوستاری از یادگیری ترکیبی ایجاد می‌گردد (شکل ۱).

شکل ۱. پیوستار یادگیری ترکیبی (بلکبورد، ۲۰۰۹)

■ پیشینهٔ پژوهش

در مورد دوره‌های آموزش ضمن خدمت علم و فناوری نانو برای معلمان در ایران، تاکنون پژوهشی انجام نشـده اسـت، ولی در خصوص برگزاری دوره‌های آموزش ضمـن خدمت پژوهش‌های زیادی انجام شـده که قسـمت اعظمی از آن‌ها میدانی بـوده و به ارزیابی میزان کارآمـدی دوره‌های مختلف آموزش ضمن خدمت برگزارشـده از دیدگاه معلمان و مدیران پرداخته اسـت. به‌عنوان نمونه می‌توان بـه پژوهش‌های افضل‌خانی و نجابت (۱۳۹۲)، میرزامحمدی و قاضـی‌زاده (۱۳۸۷)، اورنگی، قلتاش، شهامت و یوسلیانی (۱۳۹۰)، و سلمانی دستجرد، همتی‌نژاد و رحمانی‌نیا (۱۳۸۷) اشاره نمود. در دیگر پژوهش‌هـای به‌عمل‌آمده نیز دوره‌های آموزش ضمن خدمت به‌عنوان یک موضوع عام و واحد، مورد بررسی قرار گرفته است. سعیدی (۱۳۷۹) در پژوهش خود روش‌های متعددی را از منظرهای متفاوت برای آموزش ضمن خدمت برمی‌شمارد، از جمله ارتباط فراگیران با مؤسسات آموزشی، هدف، زمان و تمرکز؛ وی سپس الگوی مناسبی را برای آموزش ضمن خدمت ارائه می‌دهد که دارای دو مرحلهٔ «چتر فلسفی» و «الگو» می‌باشد. در ارائهٔ الگو وی به ۵ مرحلهٔ تعیین جهت، تعیین نیاز، محتوا و روش، اجرا، ارزشیابی و بازخورد به معضل می‌پردازد. امام‌جمعه و رضوانی (۱۳۸۱) پژوهش حین عمل[۶۶] را به‌عنوان یکی از شـیوه‌های آموزش‌های ضمن خدمت معلمان معرفی می‌نمایند. سـمیعی زفرقندی (۱۳۹۰) در پژوهشـی با هدف شناسایی نقاط ضعف و قوت نظام موجود آموزش معلمان، راه‌هایی را برای تکمیل و بهبود دوره‌های آموزش ضمن خدمت ارائه نموده اسـت که شامل نیازسنجی و طراحیِ اجرای دورهٔ متناسـب با نیاز شـغلی معلمان، اجرای دوره‌ها به روش کارگروهی و پروژه‌ای، مشـارکت معلمان و

مدیـــران قبل و حین دوره‌هـــا، و تدارک فرصت برای به‌کارگیری آموزش‌ها و مهارت‌های کسب‌شـــده توسط شرکت‌کنندگان می‌باشد و به‌نوعی بیانگر مدل‌های توسعهٔ حرفه‌ای نیل (۱۹۸٦) می‌باشد. فیروزی، کرمی، رضوانی و کارشـــکی (۱۳۹٤) در پژوهشـــی اثربخشـــی روش دیوید مریل را در آموزش ضمن خدمت معلمان بررسی نموده‌اند که در مجموع به نتایج مثبتی در مورد این روش رسیده‌اند.

در پژوهش‌های انجام‌شـــده در جهان، با موضوع «آمـــوزش ضمن خدمت علم و فناوری نانو برای معلمان» می‌توان به مجموعهٔ کامل فدر و ازنار[٦٧] (۲۰۱۱) اشـــاره نمود که در مورد آموزش فناوری نانو، تربیت نیروی کار و منابع k–12 در کشـــورهای پیشـــرو و فعال انجام شده است. این پژوهش به مرور برنامه‌های انجام‌شده برای توسعهٔ حرفه‌ای معلمان در علم و فناوری نانو در استرالیا، سویس، انگلستان و تایـــوان می‌پردازد. همچنین در این پژوهش برنامه‌هـــای متعدد آموزش علم و فناوری نانو به معلمان در آمریکا آورده شـــده اســـت، از جمله پروژه نانو سنس که به معلمان می‌آموزد چگونه به دانش‌آموزان مفاهیم علم و فناوری نانو را بیاموزند. آزمایشـــگاه‌های لارنس برکلی[٦٨] با عنوان برنامهٔ دبیرستان نانو که برنامه‌های ســـخنرانی رایگان در هر هفته برای معلمان ترتیب داده اســـت و همچنین برنامه‌های دیگری همچون برنامه‌های آموزشی نانوزون[٦٩]، پژوهشگاه پلی تکنیک رنسلر[٧٠] و مجلات الکترونیکی نانوز[٧١] که توسط دانشگاه کورنل تهیه شده است.

بلاندر و همکاران (۲۰۱٤) نیز مروری بر مدل‌های توسعهٔ حرفه‌ای معلمان در حوزهٔ علم و فناوری نانو و پیامدهای دوره‌های آموزشـــی داشته‌اند و در بررسی خود به مدل TPCK شالمن اشاره نموده‌اند کـــه نیاز معلمـــان را علاوه بر دانش موضوعی، به دانش پداگوژی، برای آموزش علم و فناوری نانو، نیز تأمین می‌نماید. آن‌ها همچنین مدل آموزش برخط توماســـیک[٧٢] را پس از هشـــت هفته آموزش بر خط برای معلمان شرکت‌کننده در پروژه‌ای شامل تولید مدول آموزش، طرح مدول در گروه همتایان و اجرا در کلاس و بازخورد از اجرا بوده است، بررسی گردیده‌اند. در این مجموعه، همچنین، تأثیراتی که این آموزش‌ها بر معلمان در کلاس داشته است بررسی شده است؛ از جمله اینکه معلمانی که در دوره‌های توسعهٔ حرفه‌ای علم و فناوری نانو شرکت کرده‌اند، از مدل و مدل‌سازی برای تسهیل یادگیری استفاده می‌نمایند و در پایان آن‌ها مدل بازساخت آموزشی[٧٣] را برای توسعهٔ حرفه‌ای معلمان در این حوزه ارائه می‌نمایند که بی‌شباهت با مدل‌های تغییر نگرش و ذهنیت معلمان نمی‌باشد.

فور (۲۰۱۵) نیز پژوهشی تجربی را، با حضور سیزده معلم دورهٔ متوسطه STEM[٧٤] که آموزش‌های فناوری نانو را دیده بودند، انجام داده است. این معلمان از نقاط مختلف شهری انتخاب شده بودند که از امکانات متفاوتی در مدارس خود برای پیاده‌ســـازی آموخته‌هـــای خود برخوردار بودند. آن‌ها تحت آموزش‌های یک‌هفته‌ای تابســـتانه در مورد فناوری نانو توسط STEM قرار گرفته بودند. نتایج حاصل از این پژوهش حاکی از بوده که یادگیری معلمان به‌وسیلهٔ دو عامل تجربیات یاددهی- یادگیری قبلی و واقعیت‌های سیاسی و اقتصادی شکل می‌پذیرد.

لـی، وو، لیو، و هسـو[۷۵] (۲۰۰۶) مروری بر برنامه‌های آموزش معلمان تایـوان در این حوزه انجام داده‌اند که لین و همکاران (۲۰۱۵) ضمن تکمیل این مرور، با مطالعه‌ای پیمایشی به میزان کارایی دوره‌ها پرداخته‌اند. در گزارشی که توسط پروژهٔ آموزش و تعلیم فناوری نانو[۷۶] (NETP) ارائه شده برنامه‌های اجراشـده در جهت توسعهٔ حرفه‌ای معلمان در دو فاز ۲۰۰۳ الی ۲۰۰۷ و ۲۰۰۸ الی ۲۰۱۰ مورد بررسی قـرار گرفتـه و این‌گونه بیان می‌دارد که در حال حاضر این دوره‌هـا بر روی تقویت دانش پداگوژی و راهبردهای تدریس برای آموزش فناوری متمرکز می‌باشد.

در گزارش‌های تهیه‌شـده و پژوهش‌های انجام‌شده در مورد برنامه‌های توسعهٔ حرفه‌ای معلمان در اسـترالیا، برنامه‌های موفق از جمله شـاین[۷۷] (به‌عنوان اولین برنامه، آلفورد، کالاتی، کلارک و بینکز[۷۸]، ۲۰۰۹)، اکسس نانو[۷۹] و تک‌اِن‌یو[۸۰] (شکل تکامل‌یافته اکسس نانو)، بررسی شده‌اند.

■ پرسش‌های پژوهش

این پژوهش بر مبنای پاسخگویی به دو پرسش اساسی زیر صورت گرفته است:

- دوره‌هـای آموزش ضمن خدمت علم و فناوری نانو برای معلمان، در کشـورهای مورد مطالعه، از چـه مدل یا مدل‌هایی تبعیت نموده‌اند؟ و فرآیند یادگیری مبتنی بر کدام رویکرد/ رویکردهای یادگیری بوده است؟
- با توجه به نتایج حاصل از مطالعهٔ کشورهای نمونه و بررسی منابع انسانی- مادی و نحوهٔ پراکندگی آن‌ها در مناطق مختلف ایران، چه مدلی برای طراحی دوره‌های آموزش ضمن خدمت معلمان در حوزهٔ علم و فناوری پیشنهاد می‌گردد؟ در مدل پیشنهادی چه رویکرد/رویکردهای یادگیری مورد تأکید است؟

■ روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از بُعد هدف، پژوهشـی کاربردی اسـت که نتایج حاصل از آن قابلیت به‌کارگیری در دوره‌هـای آموزش ضمن خدمـت معلمان را، در حوزهٔ علم و فناوری نانـو، در ایران دارد. در بُعد روشـی، این پژوهش توصیفی- تحلیلی اسـت و از بعد داده‌ها نیز می‌توان آن را در زمرهٔ پژوهش‌های کیفی قرار داد، که درصدد شناسایی مدل‌های آموزشی حاکم و رویکردهای یادگیری غالب بر برنامه‌های آموزش ضمن خدمت علم و فناوری نانو برای معلمان در کشـورهای پیشـرو بوده اسـت. در بخش مطالعـهٔ برنامه‌های آموزش ضمن خدمت علم و فناوری نانو در کشـورهای پیشـرو، پس از توصیف برنامه‌ها، تمامی داده‌هایی که به آموزش علم و فناوری نانو به معلمان مرتبط بوده‌اند، استخراج‌شدند و ضمن مقایسـه با مشخصه‌ها و ویژگی‌های مدل‌های توسـعهٔ حرفه‌ای معلمان و رویکردهای یادگیری، مورد تحلیل قرار گرفتند. نتایج این تحلیل منجر به استخراج مدل‌ها و رویکردهای حاکم در دوره‌های

آموزش ضمن خدمت علم و فناوری نانو برای معلمان در کشورهای مورد مطالعه شده است. در مرحلهٔ بعد با در نظر داشتن نتایج به‌دست‌آمده از بخش تحلیل کشورهای نمونه و بررسی وضعیت موجود در ایران از منظر منابع مادی- انسانی، مدلی برای آموزش ضمن خدمت معلمان در علم و فناوری نانو و رویکردهای مناسب یادگیری پیشنهاد گردیده است.

■ جامعهٔ آماری و نمونه

جامعهٔ آماری این پژوهش شامل کلیهٔ کشورهای پیشرو در زمینهٔ آموزش علم و فناوری نانو به معلمان و دانش‌آموزان k-12 بوده است. بر اساس مطالعات اولیه این جامعه شامل کشورهای استرالیا، آلمان، آمریکا، انگلستان، ایرلند، بلغارستان، تایوان، سویس، تایلند، سنگاپور، مالزی، کره جنوبی می‌باشند که فعالیت‌هایی در توسعهٔ حرفه‌ای معلمان در حوزهٔ علم و فناوری نانو داشته‌اند.

از این جامعه، نمونه‌های ایالات‌متحدهٔ آمریکا، استرالیا، و تایوان به روش غیراحتمالی- هدفمند انتخاب شده‌اند. ملاک‌ها و معیارهایی که برای انتخاب نمونه‌ها مورد توجه قرار داشته شامل: تدوین برنامه‌های درسی رسمی و غیررسمی علم و فناوری نانو برای دانش‌آموزانِ k-12، فعالیت‌های مستمر و برنامه‌ریزی‌شده در آموزش ضمن خدمت علم و فناوری نانو برای معلمان، و در دسترس بودن حجم قابل‌قبولی از برنامه‌های آموزش معلمان در حوزهٔ علم و فناوری نانو، به‌منظور پاسخگویی به سؤالات پژوهش، بوده است.

■ جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها

در بخش اول این پژوهش ابتدا کلیهٔ منابع موجود در زمینهٔ برنامه‌های آموزش علم و فناوری نانو k-12 در کشورهای پیشرو با کلیدواژگان توسعهٔ حرفه‌ای معلمان[۸۱] و آموزش ضمن خدمت معلمان[۸۲]، به انضمام کلیدواژگان علم و فناوری نانو[۸۳] و یا فناوری نانو[۸۴] مورد بررسی و مطالعه قرار گرفت؛ و سپس با توجه به معیارهای ذکرشده در بخش پیشین، سه نمونهٔ ایالات‌متحدهٔ آمریکا، استرالیا و تایوان به‌عنوان کشورهایی که از داده‌های کافی برای پاسخگویی به سؤالات پژوهش در خصوص برگزاری دوره‌های آموزش ضمن خدمت علم و فناوری نانو برخوردار بودند، انتخاب شدند. پس از آن برنامه‌های برگزارشده در هر نمونه به‌صورت جداگانه مورد تحلیل و بررسی قرار گرفت. ازآنجایی‌که در برنامه‌های مذکور به‌طور مستقیم هیچ اشاره‌ای به مدل‌ها و رویکردهای یادگیری اتخاذشده در برنامه‌های آموزش ضمن خدمت معلمان نگردیده بود، ابتدا متون مرتبط با آموزش ضمن خدمت معلمان در علم و فناوری نانو به‌صورت چکیده توصیف گردید، که چکیده‌های به‌دست‌آمده از برنامه و فرآیند دوره‌های آموزشی برگزارشده در هر نمونه، به تفکیک مراجع برگزارکنندهٔ دوره‌ها، در جداول اختصاصی (همانند جدول ۱ که به‌عنوان نمونه آورده شده است)، درج گردید.

جدول ۱. چکیدهٔ فرآیند آموزش و داده‌های تحلیل‌یافته از برنامه‌های توسعهٔ حرفه‌ای معلمان در علم و فناوری نانو، ارائه‌شده توسط شبکه ملی زیرساخت فناوری نانو [۸۵] در ایالات‌متحدهٔ آمریکا

ایالات‌متحدهٔ آمریکا	
مرجع برگزارکنندهٔ دوره‌ها	**چکیدهٔ برنامه و فرآیند دوره‌ها**
شبکه ملی زیرساخت فناوری نانو	ـ تبیین جایگاه فناوری نانو در برنامهٔ درسی علوم فیزیکی، شیمی، زیست‌شناسی، فیزیک، علوم محیط‌زیست و مهندسی مطابق با استانداردهای ملی آموزش علوم k–12 با استفاده از منابع الکترونیکی [۸۶] ـ ارائهٔ فعالیت‌های کلاسی فناوری نانو و مواد برنامهٔ درسی در ۸۳ عنوان در قالب طرح درس و راهنمای معلم به‌صورت الکترونیکی که راهنما دربرگیرندهٔ اهداف آموزشی، زمان آموزش، توضیحات پیش‌زمینه در مورد موضوع یا فعالیت، سؤالات و راهبردهای آموزشی و منابعی برای مطالعه بیشتر [۸۷] می‌باشد. ـ فراهم نمودن فرصت‌های تجربیات تحقیقاتی حضوری و غیرحضوری برای معلمان با ارائه برنامه‌های آموزشی در دانشگاه‌ها و مراکز عالی آموزشی و تحقیقاتی (مؤسسهٔ فناوری جورجیا، دانشگاه مینه‌سوتا، دانشگاه کالیفرنیا سانتا باربارا و دانشگاه ایالتی آریزونا) به همراه پرداخت کمک‌هزینهٔ تحصیلی به معلمان شرکت‌کننده [۸۸] در قالب برنامه‌های دنباله‌دار آموزش تابستانه. ـ برپایی کارگاه‌های آموزشی. ـ ارائهٔ کتاب الکترونیکی راهنمای نمایش فناوری نانو، مشتمل بر ۱۴ نمایش سادهٔ کلاسی از ویژگی‌ها و خواص نانو مواد [۸۹] با معرفی مواد لازم، و مرحله‌به‌مرحله از نمایش را برای معلمان به همراه تصاویر توصیف نموده است به همراه لینک نمایش الکترونیکی. ـ معرفی منابع الکترونیکی آموزشی فناوری نانو به‌عنوان منابع مکمل از سایر مراجع [۹۰] ـ تدوین مجلات الکترونیکی و چاپی نانوز [۹۱]

داده‌های حاصل در جداول خاصی برای هر نمونه، با تمرکز بر مشخصه‌ها و ویژگی‌های مدل‌های آموزش ضمن خدمت و رویکردهای یادگیری مورد تحلیل کیفی گرفت. داده‌های تحلیل‌یافته از فرآیند آموزش ضمن خدمت به‌عنوان راهنمای بسیار خوبی برای استخراج مدل‌ها و رویکردهای یادگیری اتخاذ و اعمال‌شده در دوره‌های آموزش ضمن خدمت علم و فناوری نانو مورد استفاده قرار گرفتند. به‌عبارتی، از مقایسهٔ مشخصه‌های بارز و موجود در چکیده‌ها با مشخصه‌ها و ویژگی‌های مدل‌های توسعهٔ حرفه‌ای معلمان و رویکردهای یادگیری، مدل‌ها و رویکردهای اعمالی در برنامه‌های آموزشی مورد مطالعه، استخراج گردید.

در آخرین مرحله با در نظر داشتن نتایج حاصل از مطالعات کشورهای نمونه، منابع مادی- انسانی موجود و نحوهٔ پراکندگی آن‌ها در ایران، مدلی برای طراحی دوره‌های آموزش ضمن خدمت معلمان در علم و فناوری نانو و رویکرد یادگیری مناسب پیشنهاد گردید.

یافته‌های پژوهش

نتایج حاصل از تحلیل کیفی داده‌های موجود در چکیده‌های برنامهٔ فرآیند آموزش ضمن خدمت علم و فناوری نانو برای معلمان در کشورهای نمونه در جداولی قرار داده شدند (برای اجمال فقط نمونه تکمیل‌شده در ایالات‌متحدهٔ آمریکا مربوط به مرجع شبکهٔ ملی زیرساخت فناوری نانو، در جدول۲ آورده شده است).

جدول۲. نتایج حاصل از تحلیل کیفی داده‌های مرتبط با دوره‌های آموزش ضمن خدمت برگزارشده در حوزهٔ علم و فناوری نانو در ایالات‌متحدهٔ آمریکا

ایالات‌متحدهٔ آمریکا (شبکهٔ ملی زیرساخت فناوری نانو)		
چکیدهٔ برنامه و فرآیند دوره‌ها	**مشخصه‌های دربرگیرندهٔ رویکرد یادگیری**	**ویژگی‌های مرتبط با مدل‌های آموزش ضمن خدمت معلمان**
ـ تبیین جایگاه فناوری نانو در برنامهٔ درسی علوم فیزیکی، شیمی، زیست‌شناسی، فیزیک، علوم محیط‌زیست و مهندسی مطابق با استانداردهای ملی آموزش علوم k-12 با استفاده از منابع الکترونیکی	ـ یادگیری از طریق منابع الکترونیکی مبتنی بر وب	ـ ارائهٔ دانش پداگوژی ـ استفاده از سامانهٔ ICT و توسعهٔ حرفه‌ای توسط خود معلم
ـ ارائهٔ فعالیت‌های کلاسی فناوری نانو و مواد برنامهٔ درسی در ۸۳ عنوان به همراه طرح درس و راهنمای معلم به‌صورت الکترونیکی دربرگیرنده اهداف آموزشی، زمان آموزش، توضیحات پیش‌زمینه در مورد موضوع یا فعالیت، سؤالات و راهبردهای آموزشی و منابعی برای مطالع بیشتر	ـ یادگیری از طریق منابع الکترونیکی مبتنی بر وب	ـ ارائهٔ دانش پداگوژی ـ ارائهٔ دانش موضوعی یا محتوایی که در برخی برنامه‌ها مبتنی بر زمینه‌های کاربردی اجتماعی بوده است. ـ بهره‌گیری از دانش ICT ـ توسعهٔ حرفه‌ای توسط خود معلم ـ آموزش از طریق منابع دیگر توسط معلم
ـ فراهم‌نمودن فرصت‌های تجربیات تحقیقاتی حضوری و غیرحضوری (هم‌زمان برای همه شرکت‌کنندگان و غیرهم‌زمان) برای معلمان در دانشگاه‌ها و مراکز عالی آموزشی و تحقیقاتی در قالب برنامه‌های آموزش دنباله‌دار تابستانه	ـ یادگیری از طریق حضور فیزیکی در محل ارائهٔ آموزش‌ها ـ یادگیری از طریق منابع الکترونیکی مبتنی بر وب به‌صورت هم‌زمان و غیرهم‌زمان	ـ دوره‌های توسعهٔ حرفه‌ای در مراکز تحقیقاتی مشخص‌شده و بهره‌مندی طیف مشخصی از معلمان داوطلب ـ تحقیق در مورد شیوه‌های آموزش ـ ارائهٔ دانش محتوایی و پداگوژی ـ تغییرات نگرشی و دانشی معلم و به‌تبع آن تغییر در دانش‌آموز ـ یادگیری و توسعهٔ حرفه‌ای پیوسته و دنباله‌دار

جدول۲. (ادامه)

ایالات‌متحدهٔ آمریکا (شبکهٔ ملی زیرساخت فناوری نانو)		
چکیدهٔ برنامه و فرآیند دوره‌ها	**مشخصه‌های دربرگیرندهٔ رویکرد یادگیری**	**ویژگی‌های مرتبط با مدل‌های آموزش ضمن خدمت معلمان**
ـ ارائهٔ کتاب الکترونیکی راهنمای نمایش فناوری نانو، مشتمل بر ۱۴ نمایش سادهٔ کلاسی که با معرفی مواد لازم، و مرحله‌به‌مرحله از نمایش را برای معلمان به همراه تصاویر توصیف نموده است به همراه ارائه لینک نمایش فیلم	ـ یادگیری از طریق منابع الکترونیکی مبتنی بر وب به‌صورت غیرهم‌زمان	ـ ارائهٔ دانش محتوایی ـ بهره‌گیری از دانش ICT ـ توسعهٔ حرفه‌ای توسط خود معلم
ـ معرفی منابع الکترونیکی آموزشی فناوری نانو به‌عنوان منابع مکمل از دیگر مراجع و انجمن‌های مجازی گروه همتایان در اینترنت	ـ یادگیری از طریق منابع الکترونیکی مبتنی بر وب به‌صورت هم‌زمان و غیرهم‌زمان	ـ ارائهٔ دانش محتوایی ـ ارائهٔ دانش پداگوژی ـ بهره‌گیری از دانش ICT ـ توسعهٔ حرفه‌ای توسط خود معلم ـ توسعهٔ حرفه‌ای در مکان‌های خاص
ـ تدوین مجلات الکترونیکی و چاپی نانوز	ـ یادگیری از طریق منابع الکترونیکی مبتنی بر وب به‌صورت غیرهم‌زمان و منابع الکترونیکی قابل دانلود یا قابل‌ارائه در قالب DVD	ـ ارائهٔ دانش محتوایی ـ توسعهٔ حرفه‌ای توسط خود معلم
ـ کارگاه‌های آموزشی	ـ یادگیری از طریق حضور فیزیکی در محل ارائه آموزش‌ها و استفاد از منابع الکترونیکی قابل دانلود یا در قالب DVD	ـ ارائهٔ دانش محتوایی و پداگوژی ـ بهره‌مندی طیف قابل‌توجهی از معلمان علوم تجربی از برنامه‌های آموزشی در کارگاه‌ها

در مرحلهٔ بعد با توجه به مشخصه‌های استخراج‌شده در هر نمونه و مقایسهٔ آن‌ها با مشخصه‌های مدل‌ها و رویکردهای آموزش ضمن خدمت علم و فناوری نانو برای معلمان، نتایج نهایی (که شامل استخراج مدل و رویکردهای یادگیری در دوره‌های آموزش ضمن خدمت بوده است)، به شرح جداول۳ الی ۵ به ترتیب برای ایالات‌متحدهٔ آمریکا، استرالیا و تایوان به دست آمد.

جدول۳. نتایج نهایی در مورد استخراج مدل و رویکردهای یادگیری در دوره‌های آموزش ضمن خدمت علم و فناوری نانو برای معلمان در ایالات‌متحدهٔ آمریکا

ارائه‌دهندهٔ برنامه	مدل/ مدل‌های تبعیت‌شده	رویکرد/رویکردهای یادگیری
ـ شبکهٔ ملی زیرساخت فناوری نانو	ـ ICTePD ـ مشاهده/ ارزشیابی، مبتنی بر موقعیت (انجمن‌های مجازی، مدارس)، خودهدایتی (رشد فردی معلم)، استاندارد یا آموزشی (متناسب با برنامه آموزشی و مخاطبان)، پژوهشی، درگیر شدن در فرآیند توسعه و پیشرفت ـ رشد مداوم حرفه‌ای، تغییر معلم	ـ یادگیری برخط (غیرهم‌زمان و هم‌زمان) ـ یادگیری چهره به چهره + آموزش الکترونیکی
ـ دانشگاه رایس[۹۲]	TPCK ـ استاندارد	ـ یادگیری چهره به چهره+ آموزش الکترونیک
ـ دانشگاه ایالت ان سی[۹۳] کارولینای شمالی	ـ ICT-TPCK ـ استاندارد، مشاهده/ارزشیابی، مبتنی بر موقعیت (مدرسه) ـ تغییر معلم	ـ یادگیری برخط (غیرهم‌زمان و هم‌زمان) ـ یادگیری چهره به چهره + آموزش الکترونیک
ـ مرکز آموزش و یادگیری فناوری نانو NCLT[۹۴]	ـ ICT-TPCK ـ استاندارد	ـ یادگیری برخط (غیرهم‌زمان و هم‌زمان) ـ یادگیری چهره به چهره ـ آموزش الکترونیک
ـ پروژه نانو سنس ۲۰۰۲ الی ۲۰۰۸	ـ ICTePD ـ استاندارد، خودهدایتی، درگیر شدن در فرآیند توسعه و پیشرفت	ـ یادگیری برخط (غیرهم‌زمان) ـ چهره به چهره+ آموزش الکترونیک
ـ دانشگاه درکسل[۹۵]	ـ ICT-TPCK ـ خودهدایتی‌شده (رشد فردی معلم)	ـ چهره به چهره (پژوهش‌های تجربی) ـ یادگیری برخط (غیرهم‌زمان و هم‌زمان)
ـ دانشگاه ویسکانسین، مادیسن[۹۶] Materials Research Science and Engineering Center Interdisciplinary Education Group[۹۷]	ـ ICTePD ـ استاندارد، خودهدایتی (رشد فردی معلم)، مبتنی بر موقعیت (مدرسه)، درگیر شدن در فرآیند توسعه و پیشرفت، پژوهش ـ رشد مداوم حرفه‌ای	ـ یادگیری برخط (غیرهم‌زمان) ـ یادگیری چهره به چهره[۹۸] + آموزش الکترونیک
ـ دانشگاه فلوریدا[۹۹]	ـ TPCK ـ استاندارد، خودهدایتی (رشد فردی معلم)	ـ یادگیری چهره به چهره ـ آموزش برخط (غیرهم‌زمان)

جدول۳. (ادامه)

ارائه‌دهندهٔ برنامه	مدل/ مدل‌های تبعیت‌شده	رویکرد/رویکردهای یادگیری
ـ دفتر توسعه علم، دانشگاه استنفورد ـ مؤسسه تابستانی فناوری نانو مخصوص معلمان مدارس راهنمایی[۱۰۰]	ـ ICT-TPCK ـ خودهدایتی (رشد فردی معلم)، استاندارد (آبشاری)، پژوهشی، مشاهده/ارزشیابی مبتنی بر موقعیت ـ تغییر معلم	ـ یادگیری چهره به چهره + آموزش الکترونیک ـ یادگیری برخط (غیرهم‌زمان) ـ یادگیری چهره به چهره + برخط (هم‌زمان و غیرهم‌زمان)
ـ دانشگاه اوهایو و مرکز علم و مهندسی نانو مقیاس و صنعت، اوهایو[۱۰۱] (COSI)	ـ TPCK ـ استاندارد، خودهدایتی (رشد فردی معلم)	ـ یادگیری چهره به چهره+ آموزش الکترونیک ـ یادگیری برخط (غیرهم‌زمان)

جدول۴. نتایج نهایی در مورد استخراج مدل و رویکردهای یادگیری در دوره‌های آموزش ضمن خدمت علم و فناوری نانو برای معلمان در استرالیا

برنامه	مدل/ مدل‌های تبعیت شده	رویکرد/رویکردهای یادگیری
ـ برنامهٔ شاین (آلفورد، کالاتی، کلارک، بینکز، ۲۰۰۹)[۱۰۲] ـ کالج سنت هلنا، ویکتوریا	ـ ICT- TPCK ـ استاندارد (مرکزی پیرامونی یا آبشاری)، مشاهده/ ارزشیابی، مبتنی بر موقعیت (مدرسه، انجمن‌های مجازی)، خودهدایتی (رشد فردی معلم)، پژوهش، درگیرشدن در فرآیند توسعه و پیشرفت (تولیدات آموزشی) ـ رشد مداوم حرفه‌ای	ـ یادگیری چهره به چهره + آموزش الکترونیک ـ یادگیری برخط (غیرهم‌زمان و هم‌زمان)
ـ برنامهٔ Accessnano (فدر و ازنار، ۲۰۱۱) و سپس TechNyou[۱۰۳] ـ بخش نوآوری، صنعت، علوم و تحقیقات ـ با همکاری دانشگاه ملبورن	ـ ICTePD ـ مشاهده/ ارزشیابی، مبتنی بر موقعیت (انجمن‌های مجازی معلمان علوم متوسطه)، خودهدایتی (رشد فردی معلم)، درگیرشدن در فرآیند توسعه و پیشرفت، پژوهش ـ تغییر معلم، رشد حرفه‌ای معلم	ـ یادگیری برخط (غیرهم‌زمان و هم‌زمان) ـ آموزش الکترونیکی (فیلم و طرح درس‌ها)

جدول۵. نتایج نهایی در مورد استخراج مدل و رویکردهای یادگیری در دوره‌های آموزش ضمن خدمت علم و فناوری نانو برای معلمان در تایوان

برنامه	مدل/ مدل‌های تبعیت‌شده	رویکرد/رویکردهای یادگیری
ـ منطقه‌ای (تایپه) آموزش معلمان مرجع[۱۰۴] (لی و همکاران، ۲۰۰۶؛ فدر و ازنار، ۲۰۱۱)	ـ TPCK با تأکید بیشتر بر دانش محتوایی و پداگوژی ـ استاندارد (در مناطق خاصی از تایپه)، درگیر شدن در فرآیند توسعه و پیشرفت، پژوهشی ـ تغییر معلم	ـ یادگیری چهره‌به‌چهره + آموزش الکترونیک ـ یادگیری بر خط (ارتباط با چند دانشگاه در آمریکا)
ـ منطقه‌ای (تایپه) آموزش دیگر معلمان توسط معلمان (لی و همکاران، ۲۰۰۶)	ـ TPCK متمایل به ICT-TPCK ـ استاندارد (مرکزی پیرامونی یا آبشاری)، مشاهده/ ارزشیابی مبتنی بر موقعیت (مدرسه و انجمن‌های مجازی و واقعی معلمین)، خودهدایتی (رشد فردی معلم)، پژوهشی تغییر معلم	ـ یادگیری چهره‌به‌چهره + آموزش الکترونیکی ـ یادگیری برخط (هم‌زمان و غیرهم‌زمان)
ـ ملی (سرتاسر تایوان توسط وزارت آموزش‌وپرورش) (لین و همکاران، ۲۰۱۵؛ لی و همکاران، ۲۰۰۶)	ـ TPCK متمایل به ICT-TPCK ـ استاندارد، مشاهده/ ارزشیابی، مبتنی بر موقعیت (مناطق ۵گانه در تایوان و انجمن‌های مجازی معلمان[۱۰۵]، و مدارس) و همچنین مدل مبتنی بر موقعیت‌های سیار (وَنِ سیار AFM)، خودهدایتی، پژوهشی، درگیر شدن در فرآیند توسعه و پیشرفت (تولیدات آموزشی) ـ رشد مداوم حرفه‌ای و پژوهشی، تغییر معلم	ـ یادگیری چهره به چهره (تئوری و عملی)+ آموزش الکترونیکی ـ یادگیری برخط (هم‌زمان و غیرهم‌زمان)

● پاسخ به پرسش اول پژوهش:

دوره‌های آموزش ضمن خدمت علم و فناوری نانو برای معلمان، در کشورهای مورد مطالعه، از چه مدل/مدل‌هایی تبعیت نموده‌اند؟ و فرآیند یادگیری مبتنی بر کدام رویکرد یا رویکردهای یادگیری بوده است؟

آمریکا: بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از جدول ۳ می‌توان نتیجه گرفت که مدل آموزش ضمن خدمت علم و فناوری نانو برای معلمان آمریکا بسته به نقطهٔ تمرکز و رویکردهای یادگیری حاکم، از تفاوت‌هایی برخوردارند. از منظر دانش، در کل می‌توان گفت که مدل‌های تبعیت‌شده همگی در قالب کلی مدل ICT-TPCK بوده است، اگرچه در برخی از برنامه‌هایی که رویکرد یادگیریِ حاکم، بیشتر رویکرد یادگیری چهره به چهره بوده (مانند برنامه‌های آموزشی دانشگاه رایس و فلوریدا)، مدل ICT-TPCK بیشتر به سمت مدل TPCK متمایل بوده است. همچنین در مواردی نیز، مانند برنامه‌های

آموزشی دانشگاه ویسکانسین و شبکهٔ ملی زیرساخت فناوری نانو، نقش ICT بسیار حیاتی بوده که در این صورت مدل ICT-TPCK به سمت مدل ICTePD حرکت کرده است. از منظر چگونگی فرآیند، در بخش‌های مختلف برنامه‌های آموزش تمامی مدل‌های خودهدایتی، استاندارد، مبتنی بر موقعیت، مشاهده/ارزشیابی، پژوهشی، و درگیر شدن در فرآیند توسعه و پیشرفت دیده شده است. همچنین با توجه به مدل مبتنی بر تغییر نگرش و ذهنیت معلم، مدل‌های تغییر معلم و رشد حرفه‌ای معلم نیز منتج گردیده‌اند.

در مورد رویکردهای یادگیری در برنامه‌های آموزش ضمن خدمت علم و فناوری معلمان، این‌گونه می‌توان استنتاج نمود که اگرچه در بخش‌های مختلف برنامه‌های اجراشده توسط یک مرجع خاص، رویکردهای مختلفی به کار گرفته شده است ولی در مجموع این برنامه‌ها رویکرد حاکم، یادگیری ترکیبی بوده است که بسته به برنامهٔ اجراشده، محل قرارگیریِ رویکرد در پیوستار یادگیری ترکیبی (مراجعه شود به شکل ۱) متفاوت بوده است.

استرالیا: با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از جدول ٤، متوجه می‌شویم که در برنامه‌های اجراشده، کانال اصلی ارتباط معلمان با مرجع آموزشی ICT بوده است ولی در حرکت از برنامهٔ شاین به سمت اکسس نانو و تِک‌اِن‌یو، مدل مبتنی بر دانش از مدل ICT-TPCK، به سمت ITCePD حرکت کرده است. هنگامی‌که چگونگی فرآیند آموزش ضمن خدمت مد نظر قرار گرفته است مشخص گردیده که در هر کدام از بخش‌های برنامه‌ها، مدل‌های (استاندارد، خودهدایتی، مشاهده/ارزشیابی، درگیر شدن در فرآیند توسعه و پیشرفت، پژوهش و مبتنی بر موقعیت) وجود داشته‌اند و زمانی‌که توجه و تمرکز برنامه بر تغییر نگرش و ذهنیت معلم بوده است، مدل‌های تغییر معلم و رشد مداوم حرفه‌ای معلم به‌خوبی طراحی و اجرا شده‌اند.

در مورد رویکردهای یادگیری، رویکرد حاکم رویکردی ترکیبی بوده که در تمامی برنامه‌های اجراشده، این رویکرد به میزان قابل‌توجهی به سمت رویکرد برخط (هم‌زمان و غیرهم‌زمان) متمایل بوده و این تمایل در برنامهٔ تِک‌اِن‌یو، به بالاترین میزان خود در برنامه‌های اجراشده، رسیده است.

تایوان: با توجه به نتایج جدول ۵، این‌گونه می‌توان دریافت که هنگامی‌که در طیف مخاطبان برنامه‌های آموزش ضمن خدمت علم و فناوری نانو، حرکت از یک منطقه خاص (تایپه) به سمت کل کشور مشاهده می‌گردد، مدل مبتنی بر دانش TPCK (به‌موازات رشد برنامه‌ها و بیشتر شدن جامعهٔ آماری معلمان)، به سمت مدل ICT-TPCK حرکت نموده است. همچنین در بخش‌های مختلف این برنامه‌ها تمامی مدل‌های چگونگی فرآیند (استاندارد، خودهدایتی، مشاهده/ارزشیابی، درگیر شدن در فرآیند توسعه و پیشرفت، پژوهش و مبتنی بر موقعیت) مشاهده گردیده است. با تحلیل برنامه‌ها مشخص گردید که با نظر تمرکز بر تغییر نگرش و ذهنیت معلمان، مدل‌های تغییر معلم و رشد مداوم حرفه‌ای استنتاج شده‌اند.

همچنین رویکرد یادگیری به‌دست‌آمده از تحلیل برنامه‌های کشور تایوان، رویکرد یادگیری ترکیبی بوده است که در آن سیر حرکت از چهره به چهره (منطقه‌ای بودن برنامه‌ها) به سمت برخط (ملی شدن برنامه‌ها)، که همچنان نقش یادگیری چهره به چهره غالب بوده است، دیده می‌شود.

● **در پاسخ به پرسش دوم:**

با توجه به نتایج حاصل از مطالعهٔ کشورهای نمونه و بررسی منابع انسانی- مادی و نحوهٔ پراکندگی آن‌ها در مناطق مختلف ایران، چه مدلی برای طراحی دوره‌های آموزش ضمن خدمت معلمان در حوزهٔ علم و فناوری پیشنهاد می‌گردد؟ در مدل پیشنهادی چه رویکرد یا رویکردهای یادگیری مورد تأکید است؟

منابع مادی- انسانی در ایران: اطلاعات موجود در تارنمای شبکهٔ آزمایشگاهی فناوری نانو[۱۰۶] وابسته به ستاد توسعهٔ فناوری نانو، میزان و نحوهٔ پراکندگی امکانات مادی شامل تجهیزات و آزمایشگاه‌های فناوری نانو را در استان‌های گوناگون[۱۰۷] به دست می‌دهد. همچنین فهرست منابع انسانی متخصص در حوزهٔ دانش موضوعی که مجوز برگزاری دوره‌های آموزشی را طی آزمون‌های توانمندی تدریس نانو ستاد توسعهٔ فناوری نانو کسب نموده است (تا بهمن ۱۳۹٤ ده آزمون برگزار شده است[۱۰۸]) از طریق ستاد توسعهٔ فناوری نانو قابل‌دسترس می‌باشند. این نتایج نشان می‌دهند که پراکندگی تجهیزات در تمامی استان‌های ایران همگون نبوده و از مجموع ۳۱ استان کشور، ۲۹ استان (اطلاعاتی در مورد استان‌های گلستان و اردبیل در شبکهٔ آزمایشگاهی فناوری نانو ثبت نشده است) می‌توانند با حداقل امکانات لازم برای آموزش‌های اولیه، در نظر گرفته شوند. از میان ۲۹ استان نیز استان‌های تهران، البرز، خراسان رضوی، خوزستان، آذربایجان شرقی، فارس، مازندران، همدان، اصفهان، و کرمان از تجهیزات کافی برای برگزاری دوره‌های آموزش عملی برخوردار می‌باشند. لازم به ذکر است که مراکز آزمایشگاهی در بخش‌های متفاوتی از استان‌های فوق توزیع شده‌اند که آزمایشگاه‌های دانشگاه‌ها و مراکز آموزش عالی را نیز شامل می‌باشند.

از سویی با بررسی گزارش‌ها و اخبار منتشرشده از سوی ستاد توسعهٔ فناوری نانو یا مراکز آموزش‌وپرورش و مشاهدهٔ برنامه‌های اعلام‌شدهٔ دفاتر آموزش ضمن خدمت معلمان در فناوری نانو (کد دوره ۹۳۳۰۰۱۰۱) مشخص می‌شود که این برنامه‌ها شامل برگزاری کارگاه‌های آموزشی نظری و عملی (ستاد توسعهٔ فناوری نانو و آموزش‌وپرورش)، برنامه‌های آموزشی در شبکه‌های مجازی اجتماعی (کانال تلگرام ستاد توسعهٔ فناوری نانو)، و باشگاه‌های مجازی (باشگاه نانو[۱۰۹]) بوده است. در این آموزش‌ها، علی‌رغم اینکه دانش موضوعی با استفاده از ICT آموزش داده شده است ولی عنصر آموزش دانش پداگوژی از نقصان برخوردار بوده است. نحوهٔ ارائهٔ این برنامه‌ها بیشتر مطابق با مدل‌های خودهدایتی و استاندارد، بدون حفظ تداوم و پیوستگی در آموزش‌ها بوده است.

بر اساس گزارش تالیس[۱۱۰] مشخص گردیده است که یکی از دلایلی که موجب می‌گردد معلمان

برای توسعهٔ حرفه‌ای اقدام نکنند، تداخل برنامه‌های آموزشی با جدول زمان‌بندی کاری آن‌ها می‌باشد (سازمان همکاری و توسعه اقتصادی[۱۱۱] [OECD]، ۲۰۰۹). یکسان نبودن توزیع تجهیزات آزمایشگاهی که یکی از الزامات برگزاری دوره‌های آموزش عملی علم و فناوری نانو می‌باشد، در دسترس نبودن منابع انسانی کافی در همهٔ استان‌ها (مؤلفهٔ مکان) و در نظر داشتن عدم تداخل برنامه‌های آموزشی با ساعات کاری معلمان (مؤلفهٔ زمان)، ایجاب می‌کند که برنامه‌های آموزش ضمن خدمت علم و فناوری نانو برای معلمان به‌گونه‌ای طراحی شود که در برابر دو متغیر زمان و مکان انعطاف‌پذیر باشند.

با توجه به کاستی‌ها در برنامه‌های آموزشی موجود، محدودیت امکانات مادی و نیروی انسانی (متخصص موضوعی پداگوژی)، و نتایج بسیار ارزشمند حاصل از بررسی دوره‌های آموزش ضمن خدمت علم و فناوری معلمان در کشورهای نمونه و انعطاف‌پذیری لازم در برابر دو متغیر زمان و مکانِ برگزاری دوره‌های آموزشی، مدل دومرحله‌ای زیر پیشنهاد می‌گردد.

■ مدل پیشنهادی آموزش ضمن خدمت معلمان در حوزهٔ علم و فناوری نانو

● مرحلهٔ مقدماتی (آموزش‌های نظری)

در مرحلهٔ اول این مدل، آموزش‌های نظری شامل ارائهٔ دانش موضوعی (علم و فناوری نانو و مباحث مرتبط) و پداگوژی (چگونگی تدریس در کلاس، تدوین طرح درس و...) تقویت‌شده بر بستر ICT و در قالب محتوای الکترونیکی به‌صورت برخط (غیرهم‌زمان)، به معلمان داوطلب (خودهدایتی) برای شرکت در دوره‌های آموزش ضمن خدمت به شکل مدل خودهدایتی ارائه می‌گردد. در این بخش به دلیل اینکه رویکرد اصلی، یادگیری بر خط غیرهم‌زمان می‌باشد، از منظر زمان و مکان آموزش برای معلمان بسیار منعطف خواهد بود (مشابه با برنامه اکسس نانو و تک‌اِن‌یو در استرالیا).

ویژگی‌های دوره: انتخاب زمان و مکان به اختیار معلم (در طول سال تحصیلی و محل اقامت معلم)، رویکرد یادگیری برخط (غیرهم‌زمان)، مدل‌های ICTeTD، و خودهدایتی.

● مرحلهٔ مقدماتی (آموزش‌های عملی)

در این مرحله معلمان می‌توانند برای تکمیل دانش نظری خود، با شرکت در دورهٔ آموزش عملی اقدام نمایند. برنامهٔ این مرحله توسط دفاتر آموزش خدمت معلمان، در روزهای فراغت کاری معلمان، ولی در طول سال تحصیلی برنامه‌ریزی می‌گردد که تاحدودی امکان انتخاب مکان و زمان را به اختیار معلمان می‌گذارد. آموزش‌های عملی به‌گونه‌ای انتخاب می‌شود که برای انجام آن‌ها نیاز به امکانات پیشرفته نباشد و در نزدیک‌ترین نقطه به محل سکونت معلمان انجام‌پذیر باشد. این آموزش‌ها می‌تواند در طیف گسترده‌ای از رویکردهای یادگیری از جمله، چهره به چهره، استفاده از محتوای الکترونیکی غیر برخط (فیلم، اسلاید، و...) و یا برخط (هم‌زمان و غیرهم‌زمان) صورت گیرد. در طول این دوره

علاوه بر اینکه دانش موضوعی به‌صورت عملی به کمک ICT ارائه می‌شود، فعالیت‌هایی را نیز می‌توان بر پایهٔ آشـنایی معلمان با دانش پداگوژی لازم برای تدریس فناوری نانو به دانش‌آموزان طراحی کرد. ازآنجاکه در این دوره معلمان یک منطقه یا شهر خاص در دوره حضور می‌یابند، یکی از بخش‌های این مرحله، تعریف پروژه‌هایی گروهی توسط معلمان برای طراحی فعالیت‌ها و مدول‌های آموزشی علم و فناوری نانو ویژه دانش‌آموزان است که معلمان فعالیت‌های طراحی‌شدهٔ خود را در حضور سایر معلمان شرکت‌کننده و مدرسان دوره، ارائه داده و به نقد، بررسی و اصلاح آن‌ها می‌پردازند. سپس فعالیت‌های اصلاح‌شـده، برای اجرا در کلاس مورد اسـتفاده قرار می‌گیرند و بازخوردهای تدریس به اطلاع سایر معلمان (حضوری یا غیرحضوری) رسانده می‌شود (مشابه با فاز منطقهٔ تایپه در تایوان).

ویژگی‌های دوره: انتخاب مکان تا حدودی به اختیار معلم (اسـتان یا شـهر محل زندگی بسـته به وجود حداقل امکانات در ۲۹ استان) و زمان برگزاری به انتخاب مراکز آموزش ضمن خدمت، رویکرد یادگیری ترکیبی، مدل‌های ICT-TPCK، استاندارد، پژوهش، مبتنی بر موقعیت (انجمن‌های معلمان) و مشاهده/ارزشیابی.

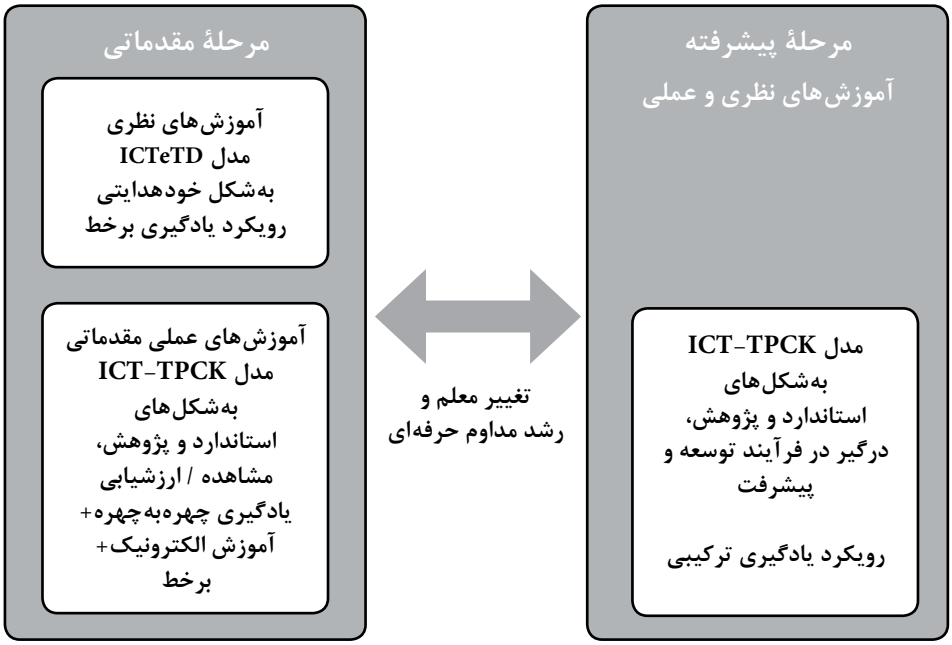
● مرحلهٔ پیشرفته (تکمیل آموزش‌های نظری و عملی)

تشکیل دوره‌های آموزشی تابستانه با هدف تکمیل و بهبود آموزش‌های نظری و تجربی انجام‌شده در مرحلهٔ اول، در شـهرهای برخوردار از امکانات کافی (در ۱۰ اسـتان تهران، البرز، خراسان رضوی، خوزسـتان، آذربایجان شرقی، فارس، مازندران، همدان، اصفهان، و کرمان)، با حضور معلمان از مناطق و شهرهای نزدیک به مراکز آزمایشگاهی مجهز در هر استان، برنامهٔ این دوره است. انعطاف‌پذیری این دوره از منظر زمان و مکان در مقایسـه با مرحلهٔ اول کمتر بوده اسـت و معلمانی در این مرحله شرکت می‌کنند، که با اجرای کلاسـی فعالیت‌های طراحی‌شـده در مرحلهٔ مقدماتی متوجه شده‌اند که تغییرات دانشـی و نگرشـی آنان در افزایش بهره‌وری آموزشی‌شان مؤثر بوده اسـت (مدل تغییر معلم). در این مرحله نیز مانند مرحلهٔ پیشین، دانش موضوعی و پداگوژی با استفاده از ICT به‌صورت چهره به چهره + آموزش الکترونیک + برخط بهبود می‌یابد. معلمان همچنین در این حضور اقدام به تأسیس انجمن‌ها و شبکه‌های مجازی برای تبادل تجربیات خود می‌نمایند. یکی از مطالبات از معلمان در این دوره می‌تواند تدوین طرح درس و برنامه‌های آموزشی علم و فناوری نانو، تدوین محتوا برای دانش‌آموزان، اجرا در کلاس و نشر برنامه‌ها در شبکه‌ها و انجمن‌های مجازی با توجه به تجربیات آن‌ها در مرحله آموزش‌های مقدماتی باشد (مشابه با برنامه‌های فاز ملی تایوان و برنامه‌های آموزش تابستانه در آمریکا).

ویژگی‌های دوره: انتخاب زمان و مکان به انتخاب مراکز آموزش ضمن خدمت (در قالب دوره‌های تابسـتانه و محل برگزاری، شهرهای برخوردار از تجهیزات کافی)، رویکرد یادگیری ترکیبی (چهره به چهـره + آموزش الکترونیک+برخط)، مدل‌های ICT-TPCK، اسـتاندارد، پژوهش، درگیر شـدن در فرآیند توسعه و پیشرفت (تقویت‌شده توسط مدل مشاهده و ارزشیابی در مرحلهٔ اول)

به‌موازات پیشـرفت‌های علمـی و فناورانه در این حوزه، دوره‌های آمـوزش از مرحلهٔ مقدماتی تا پیشرفته می‌تواند تداوم داشته باشد و معلمان نیز برحسب تمایل خود می‌توانند با شرکت در برنامه‌های آموزشی به‌صورت داوطلب به رشد حرفه‌ای خود در این حوزه ادامه دهند.

توصیف شماتیک مدل پیشنهادیِ آموزش ضمن خدمت معلمان در علم و فناوری نانو در نمودار۲ آورده شده است.



نمودار۲. توصیف شماتیک مدل پیشنهادی برای آموزش ضمن خدمت معلمان در حوزهٔ علم و فناوری نانو

■ بحث و نتیجه‌گیری ■

با توجه به یافته‌های پژوهش می‌توان نتیجه گرفت که بین مدل‌های مبتنی بر دانش در آموزش ضمن خدمت معلمان و رویکرد یادگیری اتخاذشده ارتباطی دوسویه وجود دارد. به‌عبارت‌دیگـر، اگـر دوره‌های آموزش ضمن خدمت بیشـتر بر یادگیری برخط تأکید داشـته اسـت، مدل‌های مبتنی بر دانش ICT-TPCk و یا ICTEPCK انتخاب شـده است؛ و بالعکس، هنگامی‌که مدل مبتنی بر دانش، مدل ICTePD بوده یادگیری به سـمت یادگیری برخط (هم‌زمان یا غیرهم‌زمـان) تمایل پیدا می‌نماید. اگر تأکید بر یادگیری چهره به چهره بوده است، مدل TPCK تبعیت گردیده و بالعکس هنگامی‌که

مدل بر اســاس TPCK طراحی گردیده یادگیری به ســمت یادگیری چهره به چهره متمایل بوده است. چنین ارتباطی بین مدل‌های اتخاذشده مبتنی بر چگونگی فرآیند نیز دیده می‌شود. هنگامی‌که مدل آموزش استاندارد بوده است، رویکرد یادگیری به سمت یادگیری چهره به چهرهٔ تکمیل‌شده با آموزش الکترونیک متمایل بوده است و زمانی‌که آمــوزش ضمن خدمت مبتنی بر مدل خودهدایتی بوده رویکرد یادگیری نیز بیشــتر به سمت رویکردهای برخط هم‌زمان/ غیرهم‌زمان حرکت نموده است.

در تمامی برنامه‌ها و دوره‌های توسعهٔ حرفه‌ای و آموزش ضمن خدمت معلمان در حوزهٔ علم و فناوری در نمونه‌های مورد بررســی در مجموع می‌توان این‌گونه استنتاج نمود که:

عــلاوه بر نوع دانش مورد آمــوزش و چگونگی فرآیند آموزش، دیگر پارامترها از قبیلِ امکانات مادی– انســانی و پراکندگی جغرافیایی آن‌ها، وسعت جامعه معلمین، و سیاســت‌های آموزشــی حاکم، تعیین‌کنندهٔ نوع مدل یا مدل‌های طراحی‌شده، بوده‌اند. به‌عنوان نمونه برنامهٔ اکســس نانو و یا تکانِ یو برای دوره‌های آموزشی خود، به دلیل مخاطب قرار دادن طیف گســترده‌ای از معلمان (همهٔ معلمان علوم تجربی شامل علوم عمومی، شــیمی، فیزیک، زیست‌شناسی و محیط‌زیســت)، لزوم بازآموزی معلمان در بازهٔ زمانی کوتاه مطابق با سیاست‌های آموزشی و عدم امکان تجهیز تمامی مدارس به امکانات آزمایشگاهی لازم در مدت مشخص‌شده، مدل خودهدایتی مبتنی بر ICTeTD، را اتخاذ نموده است. در فاز ملی آموزش معلمان در تایوان نیز، با توجه به تأمین بودجه لازم برای تجهیز مدارس در مناطق پنج‌گانه همچنین تأمین منابع انسانی لازم، مطابق با سیاست‌های آموزشی مدل آموزش مبتنی بر دانش مدل TPCK بوده است.

در هیچ‌کــدام از برنامه‌ها رویکرد یادگیری به‌طور مطلــق یادگیری چهره به چهره و یــا برخط نبوده اســت، بلکه یادگیری ترکیبی بوده اســت که محــل قرار گرفتن آن در پیوســتار یادگیری ترکیبی، بسته به پارامترهای مؤثر بر انتخاب مدل آموزش ضمن خدمت معلمان و سیاست‌های نظام آموزشی، متفاوت بوده است.

بــا توجه به خلأ برنامه‌ریزی دنباله‌دار و پیوســته، در آمــوزش ضمن خدمت علم و فنــاوری برای معلمان و وجود کاســتی‌هایی در زمینهٔ ارائــهٔ دانش پداگوژی مرتبط بــا آموزش علــم و فناوری نانو، در برنامه‌های آموزشــی فعلی و اجراشــده در ایران، لــزوم طراحی مدلی برای آموزش ضمن خدمت معلمان در این حوزه ضروری به نظر می‌رســد. مدل پیشنهادشــده در این پژوهش با در نظر گرفتن عدم‌همگونی پراکندگی تجهیزات و امکانات مادی در ایران، کمبود نیروی انسانی متخصص دانش موضوعی +

پداگوژی و محدودیت‌های زمانی و مکانی برای حضور معلمان در دوره‌های آموزشی، در دو مرحلهٔ مقدماتی و پیشـــرفته، با تبعیت از یافته‌های کشـــورهای نمونه و مدل‌های متناســـب مبتنی بر دانش و چگونگی فرآیند آموزش ارائه گردیده اســـت. ضمن اینکه برخـــورداری از رویکـــرد یادگیری ترکیبی که تمایل آن به ســـمت چهره به چهره و یا برخط، منعطف و متناسب با هر مرحله، میزان تأکید بر دانش نظری یا عملی، تجهیزات، زمان و مکان آموزش بوده است که می‌تواند به تغییر در عملکرد کلاسی معلم، تغییر در نتایج یادگیری دانش‌آموزان، و تغییر در باورها و نگرش‌های معلم، منجر گردد. همچنین به دلیل تداوم در استمرار و به‌روزشدن دانش موضوعی و پداگوژی می‌تواند موجبات رشد مداوم حرفه‌ای معلمان را فراهم آورد.

مدل دومرحله‌ای، با تأکید با رویکرد ترکیبی، موجب می‌گردد که معلمان را در مقابل دو متغیر بســـیار مهم زمان و مکان برگزاری دوره‌ها منعطف ســـازد. این انعطاف‌پذیری از کم‌رنگ شـــدن انگیزهٔ معلمان برای شـــرکت در دوره‌ها به دلیل بعد مسافت از محل برگـــزاری دوره‌ها و تداخل برنامه‌ها با زمـــان کاری آن‌ها (OECD، ۲۰۰۹) جلوگیری می‌کند و به آن‌ها اجازه انتخاب برای پیش‌رفتن تا مرحلهٔ مورد نظر و دلخواه را می‌دهد. ایـــن مدل به دلیل دومرحله‌ای بـــودن آموزش‌های عملی بـــرای برنامه‌ریزان دوره‌های آموزش ضمن خدمت نیز از ســـیّالیت در برنامه‌ریزی زمان و مکان برخوردار اســـت. همچنین به دلیل اینکه مدل مذکور مبتنی بر مدل‌های مشاهده/ارزشیابی و درگیر شدن در فرآیند توســـعه و پیشرفت بوده اســـت، کاستی‌های مرتبط با دانش پداگوژی مرتبط بـــا این حـــوزه را از طریق کار در گروه همتایان و انتشـــار تجربیـــات فردی و گروهی معلمان، برطرف می‌نماید. در مجموع می‌توان گفت که، مدل پیشـــنهادی با حوزه‌های حرفه‌ای‌گرایی معلم (OECD، ۲۰۱۶) از جمله دانش‌محوری، برخورداری از آزادی و اختیار، فرصت برای برقراری ارتباط با شبکهٔ همتایان، مطابقت دارد.

منابع

- افضل خانی، مریم و نجابت، سمیه. (۱۳۹۲). بررسی راهکارهای کیفیت‌بخشی به دوره‌های آموزش ضمن خدمت معلمان و کارکنان اداره آموزش‌وپرورش شهرستان سمنان. *رهیافتی نو در مدیریت آموزش*، ٤(۳)، ۸۳-۹۸.
- امام‌جمعه، سیدمحمدرضا و سعیدی رضوانی، محمود. (زمستان۱۳۸۱ و بهار ۱۳۸۲). پژوهش حین عمل رویکردی نو در آموزش ضمن خدمت معلمان. *فصل‌نامهٔ تعلیم‌وتربیت*، ۱۸ و ۱۹(٤ و ۱)، ۱۰۱-۱۳۲.
- اورنگی، عبدالمجید؛ قلتاش، عباس؛ شهامت، نادر و یوسلیانی، غلامعلی.(۱۳۹۰). بررسی تأثیر آموزش‌های ضمن خدمت بر عملکرد حرفه‌ای معلمان شهر شیراز. *فصل‌نامهٔ رهیافتی نو در مدیریت آموزشی*، ۲(۱)، ۹۵-۱۱٤.
- سلمانی‌دستجرد، ابراهیم؛ همتی‌نژاد، مهرعلی و رحمانی‌نیا، فرهاد. (۱۳۸۷). رابطه آموزش‌های ضمن خدمت با خودکارآمدی معلمان تربیت‌بدنی. *حرکت*، ۳۷، ۱۹۳-۲۰٤.
- سمیعی زفرقندی، مرتضی. (۱۳۹۰). روش‌های تکمیل و بهبود نظام ضمن خدمت معلمان. *فصل‌نامهٔ نوآوری‌های آموزشی*، ۱۰(۳)، ۱۵۱-۱۸۰.
- سعیدی، قربان‌علی. (۱۳۷۹). مروری بر دوره‌های آموزش ضمن خدمت معلمان و مدیران مدارس و ارائهٔ الگوی مناسب آموزشی. *فصل‌نامهٔ تعلیم‌وتربیت*، ۱٦(۲)، ۵۱- ۷٦.
- فیروزی، زهرا؛ کرمی، مرتضی؛ سعیدی رضوانی، محمود و کارشکی، حسین. (۱۳۹٤). بررسی اثربخشی روش دیوید مریل در آموزش ضمن خدمت معلمان. *مجلهٔ مطالعات آموزش و یادگیری*، ۷(۱)، ٤۹-۷۰.
- موسی‌پور، نعمت‌الله. (۱۳۹۳). معلم و برنامهٔ درسی: کدام‌یک در اولویت است؟ *فصل‌نامهٔ مطالعات برنامهٔ درسی*، ۹(۳)، ۱-۳.
- میرزامحمدی، محمدحسن و قاضی‌زاده، مصطفی. (۱۳۸۷). بررسی نگرش معلمان در زمینهٔ عوامل مؤثر بر گرایش آن‌ها به تحصیل در دوره‌های آموزش ضمن خدمت. *اندیشه‌های نوین تربیتی*، ٤(۱و۲)، ۱۹۳-۲۰۸.
- Alford, K. J. S.; Calati, F.; Clarke, A. & Binks, N. (2009). Creating a Spark for Australian Science through Integrated Nanotechnology Studies at St. Helena Secondary College. *Journal of Nano Education, 1*(1), 68-74.
- Allen, I. E.; Seaman, J. & Garret, R. (2007). *Blending in: the extent and promise of blended education in the united state*. Needham, MA: The Sloan Consortium.
- Angeli, C. & Valanides, N. (2009). Epistemological and methodological issues for the conceptualization, development, and assessment of ICT–TPCK: Advances in technological pedagogical content knowledge (TPCK). *Computers and Education, 52*, 154-168.
- Blackboard K 12. (2009). *Blended Learning: Where Online and Face-to-Face Instruction Intersect for 21st Century Teaching and Learning, Eduviews: a 12-k leadership series*. Washington, DC: Worldwide Headquarters, blackboard.com/k12.
- Blonder, R.; Parchmann, I.; Akaygun, S. & Albe, V. (2014). Nanoeducation: Zooming into Teacher Professional Development Programmes in Nanoscience and Technology. In C. Bruguière; A.Tiberghien & P. Clément (Eds.), *Topics and Trends in Current Science Education, 9th ESERA Conference Selected Contributions* (pp.159-174). New York: Springer.
- Bluic, A. M.; Goodyear, P. & Eills, R. A. (2007). Research focus and methodological choices in studies into students' experiences of blended learning in higher education. *The Internet and Higher Education, 10*(4), 231-244.
- Clarke, D. & Hollingsworth, H. (2002). Elaborating a model of teacher professional growth. *Teaching and Teacher Education, 18*, 947–967.
- Driscoll, M. (2002). *Blended learning: Let's get beyond the hype. IBM Global Services*. Retrieved on July 17, 2016, from: https://www-07.ibm.com/services/pdf/blended_learning.pdf.
- Engida, T. (2011). *ICT-enhanced Teacher Development Model*. Addis Ababa, Ethiopia: UNESCO-IICBA.
- Eryilmaz, M. (2015). The Effectiveness of Blended Learning Environments. *Contemporary Issues in Education Research, 8*(4), 251-256.
- Feather, J. L. & Aznar, M. F. (2011). *Nanoscience Education, Workforce Training, and 12-k Resources*. Boca Raton, FL: CRC Press, Taylor & Francis Group.
- Fore, G. A. (2013). Leading while being led: developing the developer at a Catholic NGO in Cape Town. *Anthropology Southern Africa, 36*(1 & 2), 80-90.
- Fore, G.A.; Feldhaus, C.R.; Sorge, B.H.; Agarwal, M. & Varahramyan, K. (2015). Learning at the nano-level: Accounting for complexity in the internalization of secondary STEM teacher professional development. *Teaching*

and Teacher Education, 51, 101–112.
- Gaible, E. & Burns, M. (2005). *Using Technology to Train Teachers: Appropriate Uses of ICT for Teacher Professional Development in Developing Countries*. Washington, DC: infoDev / World Bank.
- Gess-Newsome, J. & Lederman, N.G. (1999). *Examining Pedagogical Content Knowledge, the Construct and its Implications for Science Education*. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Graham, C. R. (2006). Blended learning systems: Definition, current trends, and future direction. In C. Bonk & C. Graham (Eds.) *the handbook of blended learning: global perspectives, local design* (pp. 3-21). San Francisco: Pfeiffer.
- Guskey, T. R. (1986). Staff development and the process of teacher change. *Educational Researcher, 15*(5), 5-12.
- Harriman, G. (2004). *What is Blended Learning? E-Learning Resources*. Retrieved on May 2, 2016 from: http://www.grayharriman.com/blended_learning.htm.
- Joy-Matthews, J.; Megginson, D. & Surtees, M. (2004). *Human resource development* (3rd ed.). London: Kogan Page publishers.
- Kerres, M. & De Witt, C. (2003). A didactical framework for the design of blended learning arrangements. *Journal of Educational Media, 28*(2/3), 101–113.
- Lee, CK; Wu, TT; Liu, PL & Hsu, SK. (2006). Establishing a 12-k nanotechnology program for teacher professional development. IEEE Trans. *Educ, 49*, 141–146.
- Lin, S.-F.; Chen, J.-Y.; Shih, K.-Y., Wang, K.-H. & Chang H.-P. (2015). Science teachers' perceptions of nanotechnology teaching and professional development: a survey study in Taiwan. *Nanotechnol Rev, 4*(1), 71–80.
- Mishra, P. & Koehler, M. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record, 108*(6), 1017–1054.
- Musset, P. (2010). *Initial Teacher Education and Continuing Training Policies in a Comparative Perspective: Current Practices in OECD Countries and a Literature Review on Potential Effects*. OECD Education Working Papers, No. 48. Paris, France: OECD Publishing. Retrieved on July 16, 2016 from http://dx.doi.org/10.1787/5kmbphh7s47h-en.
- Neil, R. (1986). Current Models and Approaches to In-service Teacher Education. *British Journal of In-Service Education, 12*(2), 58-67.
- OECD. (2009). The Professional Development of Teachers, In *Creating Effective Teaching and Learning Environments: First Results from TALIS* (pp.47-79). Paris, France: OECD Publishing. Retrieved on July 16, 2016 from: https://www.oecd.org/edu/school/43023606.pdf.
- OECD. (2016). Teacher Professionalism. *Teaching in Focus, 14*, 1-4.
- Pandey, S. (2015). *Teleconference based model of capacity building for ICT integration*. New Delhi: CEMCA.
- Perraton H. (1993). *Distance education for teacher training*. New York: Routledge.
- Procter C. (2003). Blended learning in practice. Proc. *Conf. Education in a Changing Environment* (pp. 46-51), Salford: University of Salford, Retrieved on July 17, 2016 from: http://www.ece.salford.ac.uk/proceedings/2003.html.
- Roco, M. C. & Bainbridge, W. S. (2003). *Converging Technologies for Improving Human Performance*. Dordrecht, Netherlands: National Science Foundation, Kluwer Academic Publishers (currently Springer).
- Rovai, A. & Jordan, H. (2004). Blended learning and sense of community: A comparative analysis with traditional and fully online graduate courses. *The International Review of Research in Open and Distance Learning, 5*(2), 1-13.
- Royal Society Policy Document. (2004). *Nanoscience and Nanotechnologies: Opportunities and uncertainties*. UK, London: Latimer Trend Ltd, Polmouth.
- Schlager, M.; Fusco, J. & Schank, P. (2002). Evolution of an online education community of practice. In K. A. Renninger, & W. Shumar (Eds.) *Building virtual communities: learning and change in cyberspace* (pp. 129-158). New York: Cambridge University Press.
- Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reforms. *Harvard Educational Review, 57*(1), 1–22.
- Siddiqui, M. A. (2008). *In Service Teacher Education*. New Delhi: APH publishing Corporation.
- Singh H. & Reed, C. (2001). A *white paper: achieving success with blended learning*. Los Angeles: Centra Software,

Reterived on July 16, 2016, from; http://maken.wikiwijs.nl/userfiles/f7d0e4f0bd466199841ede3eea221261.pdf.
- Singh, H. (2003). Building effective blended learning programs. *Educational Technology, 44*(1), 5–27.
- Sparks, D. & Loucks-Horsley, S. (1989). Five models of staff development for teachers. *Journal of Staff Development 10*(4), 40–57.
- Turcsányi-Szabó, M. (2008). Online professional development for teachers. In J. Voogt & G. Knezek (Eds.) *International Handbook of Information Technology in Primary and Secondary Education, part one* (pp.747-762). New York: Springer.
- UNESCO. (2001). *Education through Distance Learning*. France: Higher Education Division, Teacher Education Section Teacher.
- Williams, S. (2003). Clerical medical feeds back on blended learning. *Industrial and Commercial Training, 35*(1), 22–25.
- Yucel, A. S. (2006). E-Learning approach in teacher training. *Turkish Online Journal of Distance Education, 7*(4), 123-131.

پی‌نوشت‌ها

1. Fore, Feldhaus, Sorge, Agarwal & Varahramyan
2. the Teacher Education Initiative (TEI)
3. Initial Training or Induction Training
4. In- Service Education & Training (INSET)
5. Teacher Professional Development (TPD)
6. Gaible & Burns
7. Siddiqui
8. Musset
9. Blonder, Parchmann, Akaygun & Albe
10. Royal Society Policy document (RSPD)
11. Roco & Bainbridge
12. Lin, Chen, Shih, Wang & Chang
13. http://nanoclub.ir/index.php?ctrl=static_page&lang=1&id=2941&section_id=63

۱٤. افزودن محور فناوری نانو به محورهای هشت گانه جشنواره خوارزمی http://news.nano.ir/print/35356/1

۱۵. تا سال ۱۳۹٤ هشت جشنواره برگزار شده که دارای بخش باشگاه دانش‌آموزی نیز بوده است.

۱٦. برگزاری هفتمین المپیاد دانش‌آموزی فناوری نانو تا اردیبهشت سال ۱۳۹۵.

17. Pedagogical- Content knowledge (PCK)
18. Shulman
19. Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK)
20. Gess-Newsom and Lederman
21. Mishra & Koehler
22. Information and Communication Technology (ICT)
23. Information and communication technology- Technological Pedagogical Content Knowledge (ICT-TPCK)
24. Angeli and Valanides
25. ICT-enhanced teacher development
26. Engida
27. Guskey
28. Neil
29. Clarke & Hollingsworth
30. Fore

31. Standardized
32. Training
33. Sparks & Loucks-Horsley
34. Self-directed
35. Individually guided
36. Site-based
37. Turcsányi-Szabó
38. Involvement in a Development/Improvement Process
39. Face to Face Learning (F2F) or (FTF)
40. Distance Learning
41. Combining
42. Online courses
43. Perraton

٤٤. آموزش الکترونیکی را نباید مترادف با آموزش برخط دانســت چرا که در یادگیری الکترونیکی کاربرد فناوری از طریق فناوری‌های نوظهور، دریافت دانش و اطلاعات از طریق محتوای چندرسانه‌ای و منابع اینترنتی صورت می‌گیرد که لزوما به معنای عملکرد برخط نمی‌باشد و می‌تواند حتی در موقعیت‌های کلاسی چهره به چهره نیز به خوبی بکار برده شود (تراسانی-سوبو، ۲۰۰۸).

45. Pandey
46. Synchronous, asynchronous
47. Yucel
48 Blended learning
49. Finn & Bucceri
50. Eryilmaz
51. Procter
52. Allen, Seaman & Garret
53. Schlager, Fusco & schank
54. Singh & Reed
55. Harriman
56. Williams
57. Driscoll
58. Joy-Matthews, Megginson & Surtees
59. Rovai & Jordan
60. Graham
61. Technologically-mediated
62. Bliuc, Goodyear & Eills
63. blended e-learning
64. Kerres & De Witt
65. Content, Communication, Construction

(محتوای مواد آموزشــی، ارتباط بین یادگیرندگان و ناظر درســی و بین یادگیرندگان و همتایانشــان، و ســاخت دریافت مکانی و جهتی یادگیرندگان)

66. Action Research

(این واژه در فارسی دارای معادل‌های متعددی از جمله: اقدامِ پژوهشی، تحقیق حین عمل، اقدامپژوهی در عمل، تحقیق عمل، تحقیق در عمل، و تحقیق موقع عمل، می‌باشد.)

67. Feather & Aznar
68. Lawrence Berkeley Labs
69. Nanozone
70. Rensselaer

71. Nanooze
72. Tomasik
73. The model of educational reconstruction
74. Science, Technology, Engineering and Mathematics
75. Lee , Wu , Liu & Hsu
76. Nanotechnology Education and Training Project
77. St Helena Innovative Nanotechnology Education program (SHINE)
78. Alford, Calati, Clarke & Binks.
79. Accessnao
80. TechNYou
81. Teacher Professional Development
82. In-service teacher training
83. Nano science and technology
84. Nanotechnology
85. http://nnin.org/education-training/12-k-teachers
86. nnin.org/education-training/12-k-teachers/nanotechnology-curriculum-materials
87. http://nnin.org/education-training/12-k-teachers/nanotechnology-curriculum-materials
88. http://nnin.org/education-training/12-k-teachers/research-experience-teachers
89. http://nnin.org/sites/default/files/files/NNIN_Outreach_Demo_Guide-11_10_0.pdf
(سفارش NNIN و تهیه شده توسط تیم مؤسسه فناوری دانشگاه جورجیا)
90. http://nnin.org/sources-materials
91. Nanooze, http://nnin.org/education-training/nanooze-magazine
92. Rice, http://cben.rice.edu/teacherprograms.aspx,http://cben.rice.edu/teacherinternship.aspx,http://cben.rice.edu/education/resources.aspx,http://cben.rice.edu/uploadedFiles/Education/RET_Nano+Measure.pdf
93. NC State University, http://www.ncsu.edu/project/scienceEd/nanotechnologyeducation.html
94. Nanotechnlogy Center for Learning and teaching, http://www.community.nsee.us/index.php?option=com_content&view=section&id=4&Itemid=234
95. http://www.thefutureisnear.org/program/index.html, How Did the Program Begin?
96. http://education.mrsec.wisc.edu/212.htm, 12-k educators
۹۷. گروه آموزش بین‌رشته‌ای مرکز تحقیقات مواد علوم و مهندسی
98. http://education.mrsec.wisc.edu/771
99. http://vega.org.uk/video/programme/325
100. http://web.stanford.edu/group/cpn/education/simst.html, http://teachers.stanford.edu/
101. https://leelab.engineering.osu.edu/high-school-teacher-workshop, http://www.cosi.org/downloads/homeschool/nanotechnology-teacher-packet.pdf,
102. http://www.azonano.com/news.aspx?newsID=4129
103. http://technyou.edu.au/, http://www.nisenet.org/catalog/programs/australian_technyou_high_school_curriculum_accessnano, http://nanopinion.eu/en/informative-website/technyou.html
104. Feed teachers
105. (http://www.nano.edu.tw)
106. http://nanolab.ir/index.php?actn=map&lang=1, retrieved on April 26, 2016
107. http://nanolab.ir/index.php?actn=ll&lang=1, retrieved on April 26, 2016
108. http://nano.ir/index.php?ctrl=section&actn=get_section&lang=1&id=127, retrieved on April 26, 2016
109. http://www.nanoclub.ir/
110. TALIS (Teaching and Learning International Survey)
111. The Organisation for Economic Co-operation and Development