



Designing a Professional Development Model of Student Teachers of Farhangian University Based on STEM Model of Learning

N. Gashmardi¹, F. Asadollahi^{2*}

1. Department of Biology Education, Farhangian University, Postal box: 14665- 889, Tehran, Iran
2. Department of Educational sciences, Farhangian University, Postal box: 14665- 889, Tehran, Iran (Corresponding Author)

ABSTRACT


Qualitative education is important to access the 21st skills. In this regard, teacher's preparation in the field of STEM subjects can promote these skills. The aim of the current study is to determine the features of student teachers' STEM (Science, technology, engineering, and mathematics) learning model. Exploratory mixed-methods is seen as appropriate to get to the mentioned aim. In the qualitative phase, Brown and Clark's (2006) 6 step thematic contents analysis was applied. The sampling method was purposive. The statical population consisted of articles, theses, and desertations. Data collection sources were Science direct, Proquest, SID, Springer, Elsevier, Sqopus, Noormags, and Google Scholar. The time limit of English sources was from 2015 to 2023 and Persian sources werepublished between 1393 and 1402. According to the above description, first, 150 documents were found in relation to the topic. Finally, 19 articles were selected. In the quantetive phase, to determine the sample size, Cochran formula for unknown communities and unknown variance was used. To collect quantitative data, a researcher-made questionnaire was given to a sample of 120 people (include curriculum and pedagogical epts, Farhangiyun University science, mathematic, and technology techers, heads of the educational groups, and school teachers with at least 10 years of teaching experience. Validity of the questionnaire was confirmed by experts and a divergent and convergent validity test and its reliability was estimated using CA and CR. The model consisted of six core components of professional development knowledge and skills, personal knowledge and skills, communicational knowledge and skills, life knowledge and skills, students' development skills, impediment challenges and 20 sub-components. All of them were confirmed by structural equation modeling. Finally, it was concluded that it is essential to prepare the conditions for the student teachers to be trained based on the STEM learning and teaching model. The proposed model can be helpful in this regard.

Keywords:

- . STEM
- . STEM learning
- . Designing a professional development model
- . Student-teachers
- . STEM model of learning

Corresponding author:
f-asadollahi@cfu.ac.ir

Citation (APA): Gashmardi. N , Asadollahi. F. (2023). Designing a Professional Development Model of Student Teachers of Farhangian University Based on STEM Model of Learning. *The Journal of Theory and Practice in Teachers Education*, 9(15), 1-36.

<https://doi.org/10.48310/tpd.2024.16093.1625> 

Received: 2024/03/30

Revised: 2024/04/15

Accepted: 2024/07/13

Published online: 2024/03/20



Pubkisher: Farhangian University
© The Author(s).

Article type: Research Article

[/https://tpdevelopment.cfu.ac.ir](https://tpdevelopment.cfu.ac.ir)



فصلنامه توسعه حرفه‌ای معلم



شاپا الکترونیکی: ۲۴۷۶-۵۶۱۹

شاپا چاپی: ۲۴۷۶-۵۶۰۰

تدوین الگوی توسعه حرفه‌ای دانشجومعلمان دانشگاه فرهنگیان بر مبنای مدل یادگیری استم نوشین گشمردی^۱، فاطمه اسداله‌هی^{۲*}

۱. گروه آموزش زیست‌شناسی، دانشگاه فرهنگیان، صندوق پستی ۱۴۶۶۵-۸۸۹ تهران، ایران
۲. گروه آموزش علوم تربیتی، دانشگاه فرهنگیان، صندوق پستی ۱۴۶۶۵-۸۸۹ تهران، ایران (نویسنده مسئول)

چکیده

پیشینه و اهداف: کیفیت آموزش علوم تجربی، فناوری، مهندسی و ریاضیات برای موفقیت آینده دانش‌آموزان، در جهت دستیابی به مهارت‌های قرن ۲۱ مهم است. در این راستا، آمادگی معلمان در زمینه نحوه اجرای آموزش موضوعات استم می‌تواند زمینه ارتقای این مهارت‌ها را فراهم آورد؛ بدین سبب، پژوهش حاضر، با هدف تعیین ویژگی‌های الگوی توسعه حرفه‌ای و در راستای تربیت دانشجومعلمان دانشگاه فرهنگیان با استفاده از مدل آمیخته یادگیری استم انجام گرفت. به منظور دستیابی به هدف مورد نظر، از روش ترکیبی اکتشافی استفاده شد. در بخش کیفی، از روش تحلیل محتوای مضمونی شش مرحله‌ای براون و کلارک (۲۰۰۶) استفاده شد. در این مطالعه روش نمونه‌گیری، هدفمند بود. جامعه آماری نیز جامعه متنی متشکل از مقالات، پایان‌نامه‌ها و رساله‌ها بود. منابع جمع‌آوری اطلاعات، سایت‌های ساینس دایرکت، پروکوئست، SID، اشپرینگر، الزویر، اسکوپوس، نورمگز، مگیران و موتور جستجوگر گوگل اسکولار بود. محدوده زمانی جهت جستجوی منابع انگلیسی از سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۳ و فارسی از ۱۳۹۳ تا ۱۴۰۲ بود. بر اساس توضیحات فوق، در جستجوی اولیه ۱۵۰ سند در ارتباط با موضوع به دست آمد که نهایتاً ۱۹ سند که فقط مقاله بود، از بین آن‌ها انتخاب شدند. در بخش کمی، برای محاسبه حجم نمونه از فرمول کوکران برای جوامع نامعلوم و واریانس نامعلوم استفاده شد. ابزار تحقیق در این پژوهش، پرسش‌نامه محقق‌ساخته با نمونه آماری ۱۲۰ نفری (متشکل از متخصصان برنامه درسی و حوزه علوم تربیتی، مدرسان علوم تجربی، ریاضی و فناوری دانشگاه فرهنگیان، سرگروه‌های آموزشی و آموزگاران با سابقه تجربی بالای ۱۰ سال) بود که از روش نمونه‌گیری به شیوه تصادفی ساده استفاده شد. روایی پرسش‌نامه با نظر متخصصان و انجام آزمون‌های روایی واگرا و همگرا و پایایی آن، از طریق آلفای کرونباخ (محدوده بین ۰/۷ تا ۰/۹ قرار داشت) و آلفای ترکیبی (در محدوده بین ۰/۷۹ تا ۰/۹ بود) تأیید شد و با استفاده از مدل معادلات ساختاری و آزمون تی-تست تجزیه و تحلیل شد. الگو دارای ۶ مؤلفه اصلی، شامل: دانش و مهارت‌های توسعه حرفه‌ای، دانش و مهارت‌های فردی، دانش و مهارت‌های ارتباطی و دانش و مهارت‌های زندگی، مهارت‌های رشد و توسعه دانش‌آموزان و شرایط مداخله‌ای و همچنین ۲۰ مؤلفه فرعی بود که روابط بین اجزا و وضعیت موجود مؤلفه‌های الگو تأیید شد. نتیجه‌گیری: ایجاد زمینه کسب ویژگی‌ها و صلاحیت‌های حرفه‌ای برای ترویج و توسعه آموزش و یادگیری استم در دانشجومعلمان ضروری است و این الگوی پیشنهادی هم می‌تواند در این جهت مؤثر واقع شود.

واژه‌های کلیدی:

- استم
- یادگیری استم
- طراحی الگوی توسعه حرفه‌ای
- دانشجومعلمان
- مدل یادگیری استم

نویسنده مسئول:
f-sadollahi@cfu.ac.ir

استناد به این مقاله: گشمردی، نوشین، اسداله‌هی، فاطمه. (۱۴۰۳). تدوین الگوی توسعه حرفه‌ای دانشجومعلمان دانشگاه فرهنگیان بر مبنای مدل یادگیری استم. توسعه حرفه‌ای معلم، ۹(۱)، ۳۶-۱۰۴.

DOI:10.48310/tpd.2024.16093.1625

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۱/۲۷

تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۰۱/۰۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۱/۱۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۴/۲۳



ناشر: دانشگاه فرهنگیان

نوع مقاله: پژوهشی

© نویسندگان.

مقدمه

پیشرفت‌های سریع علمی و فناوری و همچنین فناوری‌های جایگزین، ضرورت تربیت نسلی که بتواند خود را به راحتی با این تغییرات هم‌راستا سازد، بر نظام‌های آموزشی جهان مکشوف گردیده است. در این پیشرفت‌ها، مؤلفه دسترسی به اطلاعات، تبدیل به تولید اطلاعات برای ایجاد جامعه اطلاعاتی گردیده است؛ از این رو زمان گذار از جامعه صنعتی و ورود به جامعه اطلاعاتی فرا رسیده است (لوی و مورنانی^۱، ۲۰۰۵). با توجه به این تغییرات، از افراد انتظار می‌رود که به شایستگی‌هایی که شکل‌دهنده دانش، مهارت‌ها و تمایلاتی که شهروندان برای کمک به جامعه اطلاعاتی به آن نیاز دارند، دست یابند (ووگت و روبلین^۲، ۲۰۱۰). ویژگی‌ها و شایستگی‌های مذکور، اغلب به‌عنوان مهارت‌های قرن بیست و یکم نامیده می‌شود (آندرسون^۳، ۲۰۰۸)؛ این مهارت‌ها در زمره مهارت‌های یادگیری و نوآوری (4C) طبقه‌بندی شده و اساساً مشتمل بر تفکر انتقادی و حل مسئله، خلاقیت و نوآوری، ارتباط و همکاری هستند (چیروگورو و چیروگورو^۴، ۲۰۲۰؛ تورن‌هیل میلر و همکاران^۵، ۲۰۲۳). ضرورت ایجاد تحول در آموزش و پرورش، در راستای بهبود مستمر کیفیت آموزش در جهت کمک به ظهور جامعه اطلاعاتی، سبب شده تا در جهت کسب مهارت‌های قرن بیست و یکم توسط نسل آینده‌ساز، یادگیری این مهارت‌ها در برنامه درسی مدارس گنجانیده شده و به تبع آن، رویکردهای آموزشی برای آموزش مهارت‌های مورد اشاره در نظام‌های آموزشی به منصف ظهور گذاشته شود (مورادو و همکاران^۶، ۲۰۲۱؛ یانگ و بالدوین^۷، ۲۰۲۰؛ آندرسون، ۲۰۰۸؛ گشمردی، ۲۰۲۲)؛ یکی از این رویکردها، آموزش استم^۸ محور است که می‌تواند زمینه توسعه مهارت‌های قرن بیست و یکم را فراهم آورد (مارتین پائز و همکاران^۹، ۲۰۱۹؛ تایلر^{۱۰}، ۲۰۲۰؛ هان و همکاران^{۱۱}، ۲۰۲۱).

آموزش استم که برای اولین بار توسط بنیاد ملی علوم آمریکا معرفی گردیده، نشان‌دهنده تلفیق علوم تجربی، فناوری، مهندسی و ریاضیات است (پیمتونگ و ویلیامز^{۱۲}، ۲۰۲۰؛ توما و همکاران^{۱۳}، ۲۰۲۴). این مدل یادگیری در بسیاری از کشورهای جهان برای این‌که شهروندان خود را در جهت درک استم و داشتن قابلیت‌های چندبعدی برای استفاده در زندگی مدرن آماده کنند، ترویج

1. Levy & Murnane
2. Voogt & Roblin
3. Anderson
4. Chiruguru & Chiruguru
5. Thornhill-Miller,
6. Morado & et al.,
7. Yang & Baldwin
8. science, technology, engineering, and mathematics (STEM)
9. Martín-Páez
10. Tytler
11. Han
12. Pimthong & Williams
13. Toma

می‌شود. علاوه بر این، در راستای حل مشکلات نمرات پایین دانش‌آموزان در آزمون‌های بین‌المللی، تعداد رو به کاهش دانش‌آموزانی که می‌خواهند شغلی مرتبط با علوم و فناوری داشته باشند و برای حفظ موقعیت رقابتی در اقتصاد جهانی مبتنی بر اقتصاد دانش‌بنیان، نظام‌های آموزشی، در راستای افزایش تعداد فارغ‌التحصیلان دارای مدرک استم، اقدام به ارائه آموزش‌های مرتبط می‌نمایند (پیمتونگ و ویلیامز، ۲۰۲۰؛ تایلر ۲۰۲۰، شورای ملی پژوهش آمریکا^۱، ۲۰۱۱)؛ به‌کارگیری این مدل، منجر به ساخت دانش، مهارت‌ها و فرایندهای موضوعات استم به‌طور هم‌زمان و استفاده از ارتباط بین آن‌ها برای حل مسائل دنیای واقعی می‌شود.

در این مدل که یک مدل یادگیری بین رشته‌ای متشکل از حداقل دو یا چند رشته است، هر یک از موضوعات به‌عنوان یک موضوع مستقل و مجزا از سایر موضوعات استم، تلقی و تدریس نمی‌شود و با توجه به این که فراگیران، مفاهیم و مهارت‌ها را به‌طور جداگانه یاد نمی‌گیرند، در این جهت دو یا چند رشته به‌عنوان راهی برای تعمیق دانش و مهارت، به هم پیوند می‌خورند و بهتر آموخته می‌شوند (موچتر و دینگ^۲، ۲۰۲۴). به‌عنوان مثال، زمانی که دانش‌آموزان در درس علوم تجربی (پایه چهارم ابتدایی ویژه مدارس ایران) در مورد انرژی پاک، آموزش می‌بینند، انتظار می‌رود که نه تنها بتوانند درک علمی خود را بسازند و به‌کار گیرند، بلکه باید بتوانند از مهارت‌های ریاضیات، فناوری و یا مهندسی برای شناسایی و ارائه راه‌حل مناسب جهت حل مشکلات موجود، مرتبط با موضوعات درسی استفاده نمایند. در همین رابطه، چسloff^۳ (۲۰۱۳) ضمن تأیید این موضوع، معتقد است که نقطه عطف آموزش استم فرایند یادگیری آن است که دانش‌آموزان می‌توانند از خلاقیت، مهارت‌های مشارکتی و تفکر انتقادی خود به‌نحو مطلوبی استفاده نمایند؛ همچنین مور و اسمیت^۴ (۲۰۱۴) آموزش یک‌پارچه استم را به‌عنوان تلاشی برای تلفیق چهار رشته علوم تجربی، فناوری، مهندسی و ریاضیات در یک کلاس درس مبتنی بر ارتباط بین این رشته‌ها و مشکلات دنیای واقعی، توصیف می‌نمایند. فورد و همکاران^۵ (۲۰۲۳) نیز آموزش یک‌پارچه استم را به‌عنوان رویکردی که بر ارتباط بین محتوا و مهارت‌های رشته‌های استم متمرکز است، تلقی نموده‌اند؛ مضافاً از نظر تانگ و ویلیامز^۶ (۲۰۱۹) اجزای اساسی شایستگی‌های استم، شامل درک دانش تربیتی و فرایند ساخت و به‌کارگیری انعطاف‌پذیر آن در حل مشکلات شخصی می‌باشد. هو و گوا^۷ (۲۰۲۱) مفاهیم علمی در زمینه‌های آموزش استم را دارای ابعادی مانند: تسلط بر ایده‌های اصلی زمینه‌های خاص و دانش بین رشته‌ای، درک چگونگی شکل‌گیری و ساخت مفاهیم علمی، قوانین و اصول، ایجاد درک اساسی

1 . National Research Council

2 . Muchtar & Ding

3 . Chesloff

4 . Moore & Smith

5 . Forde

6 . Tang & Williams

7 . Hu & Guo

از ماهیت علم و فناوری و به‌کارگیری مفاهیم، قوانین و اصول برای تبیین پدیده‌های طبیعی و حل مسائل عملی می‌دانند. روئریگ و همکاران^۱ (۲۰۲۱) نیز برای آموزش یک‌پارچه استم مؤلفه‌هایی همچون: تمرکز بر مشکلات دنیای واقعی، مرکزیت مهندسی، یک‌پارچه‌سازی زمینه، یک‌پارچه‌سازی محتوا، شیوه‌های استم، مهارت‌های قرن بیست و یکم و اطلاع‌رسانی به فراگیران در زمینه مشاغل استم را پیشنهاد کرده‌اند.

با این تفاسیر، با توجه به این‌که تلفیق استم می‌تواند، زمینه مهارت‌افزایی دانش‌آموزان در طراحی، توسعه و به‌کارگیری فناوری و همچنین دانش یک‌پارچه برای حل مسائل و مشکلات ایجاد نماید و از طرفی نیز ظرفیت گسترده‌ای را برای بهبود کیفیت آموزش و یادگیری فراهم آورد، لذا موضوع آموزش استم به سرعت در همه کشورها توسعه یافته و آموزش آن، هم برای محققان و هم معلمان بسیار بااهمیت محسوب گردیده است (فرواتی و همکاران^۲، ۲۰۲۱)؛ اما از آنجایی که آموزش استم، پیشروتر، دانش‌آموزمحورتر و آزمایشی‌محورتر از آموزش سنتی معلم‌محور است (گل و تاشار^۳، ۲۰۲۰)، بدین سبب، معلمان باید بتوانند محیط یادگیری را بر اساس رویکرد سازنده‌گرایی که دانش‌آموزان با انجام آن بهتر می‌آموزند و زمینه بهبود مهارت‌های نوآورانه در آنان فراهم آورده می‌شود، ایجاد نمایند (آکران و آسیر اوغلو^۴، ۲۰۱۸؛ فاتونی و همکاران^۵، ۲۰۲۰؛ شورای ملی پژوهش آمریکا، ۲۰۱۱).

بر این اساس، آمادگی معلمان در زمینه نحوه اجرای آموزش موضوعات استم در جهت اجرای موفق آموزش این مدل یادگیری بسیار مهم است (ولیچکو و همکاران^۶، ۲۰۲۲؛ هوانگ و همکاران^۷، ۲۰۲۲؛ رینکه و همکاران^۸، ۲۰۱۶؛ تکین و شان^۹، ۲۰۲۳). برای معلمان که در دوره تربیت معلمی خود، هرگز با چنین فعالیت‌هایی مواجه نشده‌اند، معرفی و ارائه آموزش موضوعات استم به کلاس‌های درس بسیار دشوار خواهد بود (بیریشا و آلا^{۱۰}، ۲۰۲۱). تصورات اشتباه معلمان و فقدان آموزش آنان برای آموزش و یاددهی موضوعات استم باعث تربیت دانش‌آموزانی با تجربیات نامناسب استم و عدم آمادگی مکفی برای ورود به رشته‌ها و مشاغل دانشگاهی استم‌محور می‌شود (بنکن و استیونسون^{۱۱}، ۲۰۱۴؛ حسین و رایبسون^{۱۲}، ۲۰۱۲؛ اونیل و همکاران^{۱۳}، ۲۰۱۲). برای معلمان

1. Roehrig
2. Farwati
3. Gül & Taşar
4. Akran & Asiroglu
5. Fathoni
6. Velychko
7. Huang
8. Rinke
9. Tekin & Şan
10. Berisha & Vula
11. Benken & Stevenson
12. Hossain & G Robinson
13. O'Neill

ضروری است که بیاموزند، چگونه مهارت‌هایی را که از طریق آموزش استم به دست می‌آیند، آموزش داده و برنامه‌هایی که می‌توانند برای آموزش بهتر مؤثر واقع گردند، در دستور کار خود قرار دهند (فاکچارونفول و همکاران^۱، ۲۰۲۲)؛ بدین سبب، اعتقاد بر این است که اگر معلمانی که آموزش استم را ارائه می‌دهند، قبل از ارائه آموزش واقعی، این آموزش را تجربه کنند، از نظر آموزشی مفید خواهند بود (مایورکا و همکاران^۲، ۲۰۲۳). مطمئناً کسب تجربه عملی در آینده شغلی معلمان بسیار اثربخش است (ایزدی، ۱۳۹۲؛ به نقل از بادله، ۱۳۹۹)؛ لذا تدوین و اجرای یک برنامه آموزشی با محوریت استم برای کمک به معلمان در جهت درک ماهیت تلفیق و ایجاد ارتباط روشن و واضح بین علوم تجربی، فناوری، مهندسی و ریاضیات در مراکز مجری تربیت معلم، ضروری به نظر می‌رسد (پیرسون^۳، ۲۰۱۷)، از آن جایی که در ایران، به استناد اسناد بالادستی همچون: سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و اساسنامه دانشگاه فرهنگیان، وظیفه تأمین، تربیت و توانمندسازی نیروی انسانی مورد نیاز آموزش و پرورش با رویکرد تخصصی و حرفه‌ای محور بر عهده دانشگاه فرهنگیان می‌باشد، لذا هدف این پژوهش نیز ارائه الگوی توسعه حرفه‌ای در راستای تربیت دانشجومعلمان آموزش ابتدایی دانشگاه فرهنگیان با استفاده از مدل یادگیری استم است. اضافه می‌گردد که طبق بررسی پیشینه تحقیقاتی، مطالعات متفاوتی مرتبط با هدف این پژوهش انجام شده است که در اینجا برخی از پژوهش‌های داخلی و خارجی مورد بررسی قرار می‌گیرد: در باب رابطه توسعه حرفه‌ای معلمان و اثربخشی آنان، مطلبی‌نژاد و همکاران (۱۴۰۲) اذعان می‌دارند که ارتقای سطح توسعه حرفه‌ای می‌تواند به بهبود تدریس اثربخش و افزایش کیفیت آموزش و یادگیری منجر گردد. همچنین فضلعلی (۱۴۰۲) در مطالعه‌ای به بررسی وضعیت حرفه‌ای‌گرایی و تعهد سازمانی معلمان زبان انگلیسی پرداخت و دریافت که معلمان حرفه‌ای به تدریس خود و همچنین نیازهای دانش‌آموزان-شان متعهد هستند و هموار به دنبال فرصت‌های توسعه حرفه‌ای خود می‌باشند و اسداللهی (۱۴۰۱) نیز در این رابطه به این نتیجه دست یافت که روایت‌نگاری تأملی به‌عنوان راهکاری برای توسعه حرفه‌ای در برنامه درسی کاروری دانشجومعلمان قلمداد می‌گردد. مضافاً هرلی و همکاران^۴ (۲۰۲۴) معتقد هستند برای اینکه معلمان تجربیات یادگیری غنی را برای دانش‌آموزان خود طراحی نمایند، باید فرصت توسعه دانش و شایستگی‌های استم در طول آموزش قبل و یا حین خدمت، به‌عنوان بخشی از یادگیری حرفه‌ای، برای آنان فراهم آورده شود.

درخصوص توسعه حرفه‌ای معلم استم محور نیز مومجی و همکاران^۵ (۲۰۲۲) به بررسی انتظارات معلمان از یک برنامه توسعه حرفه‌ای برای آموزش یک‌پارچه استم پرداخته و ابراز داشته‌اند که آنان

- 1 . Fakcharoenphol
- 2 . Maiorca
- 3 . Pearson
- 4 . Hurley
- 5 . Mumcu

از حضور در برنامه‌های توسعه حرفه‌ای، انتظاراتی مشتمل بر فایده داشتن برای توسعه دانش‌آموزان، توسعه فردی، توسعه حرفه‌ای و توسعه دانش زمینه را دارند. ییلدیریم و همکاران^۱ (۲۰۲۲) و محمد هاسیم و همکاران^۲ (۲۰۲۲) که به یافته‌های مشترکی دست یافته‌اند، اظهار می‌دارند، برنامه‌های توسعه حرفه‌ای می‌تواند به معلمان کمک کند تا تلفیق استم را بهتر برنامه‌ریزی نموده و آموزش دهند و همچنین از این طریق دانش‌آموزی و محتوایی را به‌دست آورند.

شایان ذکر است که در زمینه تأثیر اجرای برنامه‌های آموزشی استم، بر ارتقای سطح توانش معلمی، در زمان اجرای برنامه‌های درسی تربیت معلم نیز مطالعاتی (جدول شماره ۱) صورت پذیرفته است؛ اما از آنجایی که تا کنون، با توجه به بررسی پیشینه تحقیقات، مطالعه جامعی در زمینه کم و کیف تدوین الگوی توسعه حرفه‌ای مبتنی بر مدل یادگیری استم ویژه معلمان آینده (دانشجومعلم‌ان) صورت نپذیرفته است، در این مطالعه، به‌منظور تحقق هدف پژوهش، پژوهشگر به‌دنبال پاسخ‌گویی به این سؤال است که؛ «الگوی مطلوب توسعه حرفه‌ای مبتنی بر مدل یادگیری استم ویژه دانشجومعلم‌ان آموزش ابتدایی دانشگاه فرهنگیان، دارای چه ویژگی‌هایی است؟ و الگوی پیشنهادی از نظر پاسخ‌گوها، تا چه میزان معتبر است؟»

روش

پژوهش حاضر، با هدف تعیین ویژگی‌های الگوی یادگیری استم‌محور دانشجومعلم‌ان دانشگاه فرهنگیان انجام شده است. به منظور دست‌یابی به هدف مورد نظر، از روش ترکیبی اکتشافی استفاده شده است؛ به‌طوری‌که در اجرای آن، دو شیوه کیفی و کمی در کنار یکدیگر به‌کار گرفته شده‌اند. مراحل انجام این پژوهش در دو مرحله طراحی و اعتبارسنجی الگو انجام شده است. در مرحله اول به منظور پاسخ به سؤال اول پژوهش از روش کیفی استفاده شده است. در مرحله دوم برای اطمینان از کارآمدی الگوی توسعه حرفه‌ای پیشنهادی، اعتبارسنجی انجام شد. بدین ترتیب بعد از تعیین میزان مطلوبیت الگوی پیشنهادی بر اساس ویژگی‌های عناصر الگو طراحی گردید.

روش تحلیل داده‌ها در بخش کیفی

یافته‌های مطالعات حائز شرایط، با استفاده از روش «تحلیل محتوای مضمونی» تحلیل شدند. تحلیل محتوای مضمونی مناسب‌ترین روش برای شناخت، تحلیل و گزارش الگوهای موجود در داده‌های کیفی است (کلارک و براون^۳، ۲۰۰۶). این روش نه‌تنها برای شناخت شبکه ارتباطی مضامین و استخراج الگو مناسب است، بلکه برای معنا بخشیدن به داده‌ها، استخراج طبقات و مقوله‌های اصلی و

1 . Yildirim

2 . Mohamad Hasim

3 . Clarke & Braun

ایجاد ساختار سلسله مراتبی نیز ابزار مناسبی است (فرمین^۱، ۲۰۰۸). از دیدگاه براون و کلارک تحلیل محتوای مضمونی دارای شش مرحله است (محمد پور، ۱۳۹۰).

مرحله اول شامل آشنایی با داده‌ها است. در این مرحله محقق برای آشنا شدن با عمق و گستره محتوایی داده‌ها، لازم است خود را تا اندازه‌ای در آن‌ها غوطه‌ور سازد. داده‌ها معمولاً شامل بازخوانی مکرر داده‌ها، خواندن فعال داده‌ها و جستجوی معانی و الگوها است. در پژوهش حاضر، مقالات، پایان‌نامه‌ها و رساله‌ها در سایت‌های معتبر جستجو شدند. چکیده، روش پژوهش و یافته‌های هر کدام با دقت مورد مطالعه قرار گرفت تا اطمینان حاصل شود که میدان پژوهش در حیطه یادگیری استم و توسعه حرفه‌ای دانشجومعلمان باشد. در این بخش از مطالعه، با توجه به این بررسی‌های به عمل آمده، محققین فقط به مقالاتی مرتبط با موضوع دست یافتند. سپس یافته‌های مقالاتی که در راستای هدف پژوهشگران بوده است، جدا شدند و در یک فایل قرار گرفتند. همچنین برای جستجوی الگو، به صورت مکرر بازخوانی شدند.

مرحله دوم که مرحله ایجاد کدهای مفهومی اولیه است، زمانی شروع می‌شود که محقق داده‌ها را خوانده و با آن‌ها آشنا شده است. این مرحله شامل ایجاد کدهای مفهومی اولیه از داده‌ها است. کدها ویژگی‌هایی از داده‌ها را معرفی می‌کنند. این کدها ممکن است، مستقیم و صریح در متن وجود داشته باشد و یا مستتر باشد که از طریق ویژگی‌های مشترک و هم‌ارز این نوع مشخصه‌ها قابل شناسایی است. در پژوهش حاضر، کدهای استخراج شده از یافته‌های مقالات منتخب با تعداد حدوداً ۲۸۰ کد به صورت لیست در جداولی ثبت شدند، به طور مکرر خوانده شدند، در مورد آن‌ها تأمل شد تا ماهیت آن‌ها مشخص گردد و برچسب‌های مفهومی اولیه برایشان در نظر گرفته شود. کدها بعد از بررسی دقیق و حذف کدهای تکراری، نهایتاً به ۱۱۰ کد، برخی با نام‌های جدید و گروهی هم با نام‌های قبلی خود تقلیل یافت.

مرحله سوم، مرحله جستجوی کدهای گزینشی است. شاخص‌های این مرحله شامل دسته‌بندی کدهای مختلف در قالب کدهای گزینشی و مرتب‌سازی همه خلاصه داده‌های کدگذاری شده می‌باشد. محقق تحلیل کدهای خود را شروع می‌کند و در نظر می‌گیرد که چگونه کدهای مختلف را می‌توان برای ایجاد یک تم کلی ترکیب کرد. در این مرحله کدهای ناقص یا نامرتب و همچنین کدهای تکراری کنار گذاشته می‌شود و تعدادی کد گزینشی یا شاخص به دست می‌آید. ۱۱۰ کد استخراج شده مرحله قبل مجدداً بررسی و بازنگری شدند. مطابق با معیارهای مرتبط با حیطه‌ها و موضوعات مدل استم، توسعه حرفه‌ای دانشجومعلمان و تجارب حرفه‌ای، در چهار گروه اصلی: «دانش و مهارت‌های حرفه‌ای»، «دانش و مهارت‌های فردی»، «دانش و مهارت‌های زندگی» و «دانش و مهارت‌های ارتباطی» قرار گرفتند.

1 . Firmin

مرحله چهارم که مرحله شکل‌گیری تم‌های فرعی (مؤلفه‌ها) است، زمانی شروع می‌شود که محقق مجموعه‌ای از تم‌ها را ایجاد کرده و آن‌ها را مورد بازبینی قرار می‌دهد. این مرحله شامل دو گام بازبینی و تصفیه و شکل‌دهی به تم‌های فرعی است. گام اول شامل بازبینی در سطح خلاصه‌های کدگذاری شده است. در گام دوم، اعتبار تم‌های فرعی در ارتباط با مجموعه داده‌ها در نظر گرفته می‌شود. بعد از بررسی مجدد، مضامین اصلی دوباره تحلیل شدند. مضمون اصلی «دانش و مهارت‌های حرفه‌ای» این ظرفیت را داشت تا به زیرمؤلفه‌های «برنامه‌ریزی و طراحی»، «فرایند یاددهی یادگیری»، «مدیریت کلاس» و «شایستگی‌های حرفه‌ای» دسته‌بندی شوند. مضامین فرعی، معرف ابعاد حرفه‌ای معلم هستند. به عبارت دیگر، دانش و مهارت‌های موضوعی و تربیتی که هر معلم باید به آن‌ها مسلط و مسلط شود. برای تم اصلی «دانش و مهارت‌های زندگی» دو زیرمؤلفه «حل مسائل زندگی» و «آشنایی با مشاغل» استخراج شد. برای مؤلفه اصلی دانش و مهارت‌های فردی، زیرمؤلفه‌های «شخصی»، «مهارتی»، «ارزشی» و «نگرشی» یافت شد. مضمون اصلی «دانش و مهارت‌های ارتباطی» با زیرمؤلفه‌های «مهارت‌های ارتباطی واقعی» و «مهارت‌های ارتباطی مجازی» مشخص شدند. برای بعد اصلی «دانش و توسعه دانش‌آموزان»، زیرمؤلفه‌های «دانش و مهارت‌های ارتباطی»، «دانش و مهارت‌های فردی»، «دانش و مهارت‌های یادگیری»، «دانش و مهارت‌های زندگی» شناسایی شد. زیرمؤلفه‌های اصلی «چالش‌ها و موانع» در ابعاد «برنامه درسی»، «اقتصادی» و «اجرایی» استخراج شدند.

مرحله پنجم که تعریف و نامگذاری تم‌های اصلی (بعدهای اصلی) است، زمانی شروع می‌شود که تصویری رضایت‌بخش از تم‌ها وجود داشته باشد. در این مرحله محقق تم‌های اصلی را که برای تحلیل ارائه کرده، تعریف می‌نماید و مورد بازبینی مجدد قرار می‌دهد؛ سپس داده‌های داخل آن را با کمک روش‌شناسی‌های مبانی نظری و دیگر مباحث تحلیل می‌کند. با تعریف و بازبینی کردن ماهیت آنچه یک تم درباره آن بحث می‌کند، مشخص می‌شود و تعیین می‌گردد که هر تم اصلی کدام جنبه از داده‌ها را در بر دارد (حاجی پور و همکاران ۱۳۹۵). تعاریف ارائه شده برای مضامین اصلی پژوهش حاضر بدین شرح است: «دانش و مهارت‌های حرفه‌ای» عبارت است از دانش و مهارت‌های موضوعی و تربیتی که مراکز تربیت معلم از جمله دانشگاه فرهنگیان باید تلاش نمایند تا چنین صلاحیت‌های حرفه‌ای را در دانشجو معلم ایجاد و تقویت نمایند. «دانش و مهارت‌های زندگی»، یعنی تسلط دانشجومعلم‌ان به مهارت‌های قرن ۲۱ تا این که قادر شوند پاسخ‌گوی تغییر و تحول اجتماعی باشند، بویژه تحولی که در زمینه مشاغل، رخ می‌دهد. مؤلفه اصلی «دانش و مهارت‌های فردی» به عنوان مهارت‌های درون فردی تعریف می‌شود تا اینکه دانشجو معلم بتواند به خودآگاهی و هویت فردی که پیش‌زمینه هویت حرفه‌ای است، دست یابد. مضمون اصلی «دانش و مهارت‌های ارتباطی» شامل مهارت‌های بین فردی دانشجومعلم‌ان به عنوان بعد تعیین‌کننده در جامعه‌جویی و با گروه بودن است. بعد اصلی «دانش و توسعه دانش‌آموزان» یعنی رشد و توسعه

همه‌جانبه دانش‌آموزان در ابعاد شناختی، عاطفی، اجتماعی فردی است. بعد اصلی «شرایط مداخله‌ای» شامل شرایط، امکانات و محدودیت‌هایی است که مدل یادگیری استم در دانشگاه فرهنگیان ممکن است با آن مواجه شود.

مرحله ششم که مرحله بازبینی نهایی و تهیه گزارش است، زمانی شروع می‌شود که محقق، مجموعه‌ای از تم‌های اصلی و فرعی را به صورت کامل و منطبق با ساختارهای زمینه‌ای تحقیق در اختیار داشته باشد. این مرحله شامل بررسی، مقایسه و مشارکت گرفتن از خبرگان است که بعد از آماده شدن مطالب و تحلیل پایانی و نگارش گزارش، انجام می‌شود. بعد از تحلیل اولیه چهار مضمون «دانش و مهارت‌های حرفه‌ای»، «دانش و مهارت‌های فردی»، «دانش و مهارت‌های زندگی» و «دانش و مهارت‌های ارتباطی» شناسایی شدند که مطابق با دیدگاه‌ها و تجارب اساتید و صاحب‌نظران در دانشگاه فرهنگیان، کدها مجدداً مورد بررسی قرار گرفت. در نتیجه چهار مؤلفه اصلی به شش بعد اصلی تغییر یافت؛ دو بعد «دانش و توسعه دانش‌آموزان» و «شرایط مداخله‌ای» اضافه شدند. همچنین با نظر خبرگان برای مضامین «اصولی دانش و مهارت‌های فردی»، «اصولی دانش و مهارت‌های ارتباطی»، «اصولی دانش و مهارت‌های زندگی» و «شرایط مداخله‌ای» زیرمؤلفه‌ها نیز شناسایی شدند. در مرحله اول این ابعاد فاقد زیرمؤلفه بودند.

جامعه، نمونه و میدان جامعه، پژوهش

هدف پژوهش کیفی بررسی عمیق نمونه‌هایی است که مستلزم معامله پایاپای با عمق تحقیق است. به‌زعم برخی متخصصان، نمونه‌گیری تا آنجا ادامه می‌یابد که نمونه جدید، اطلاعات جدیدی به پژوهش اضافه نکند (کرسول^۱، ۲۰۰۷). علاوه بر این، نمونه‌گیری در پژوهش کیفی انعطاف‌پذیر است و این انعطاف‌پذیری ناشی از ماهیت غیر قابل پیش‌بینی طرح در تحقیق کیفی است. جامعه پژوهش سؤال نخست تحقیق شامل یک جامعه متنی متشکل از متون و مدارک است. از آنجایی که برای پاسخ به این سؤال از روش‌های پژوهش کیفی استفاده می‌شود، نمونه‌هایی انتخاب شدند که بتواند، بیشترین اطلاعات را در اختیار قرار دهد. در این بخش از نمونه‌گیری هدفمند استفاده شده است. همان‌گونه که گفته شد، در این مطالعه، در راستای دستیابی به اهداف پژوهش و به‌منظور تدوین تدوین الگوی توسعه حرفه‌ای دانش‌جو معلمان دانشگاه فرهنگیان بر مبنای مدل یادگیری استم؛ مقالات، پایان‌نامه‌ها و رساله‌ها در سایت‌های معتبر جستجو شدند. سایت‌های مورد نظر در زیر آمده است. میدان پژوهش در جامعه متنی نیز شامل چهار کلیدواژه؛ یادگیری استم، دانش‌جو معلمان، رویکرد تدریس استم و توسعه حرفه‌ای معلمان است. مطالعاتی که در این حیطه‌ها انجام شده بود، مورد بررسی قرار گرفتند. چارچوب و یا محدوده زمانی جهت جستجوی منابع برای مطالعات انگلیسی از سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۳ و برای مطالعات فارسی از ۱۳۹۳ تا ۱۴۰۲ بود. بر اساس

1. Creswell

توضیحات فوق، در جستجوی اولیه ۱۵۰ سند در ارتباط با موضوع به دست آمد که نهایتاً ۱۹ سند که همگی نیز مقاله بودند، از بین آنها انتخاب شدند.

گردآوری داده‌های پژوهش

در یک پژوهش کیفی، شیوه گردآوری داده‌های پژوهش غیر قابل پیش‌بینی و از پیش تعیین نشده است و تقریباً همیشه از چند ابزار برای جمع‌آوری اطلاعات بهره‌گیری می‌شود. مصاحبه، مشاهده، بررسی مستندات و اطلاعات سمعی و بصری از عمومی‌ترین روش‌هایی هستند که در پژوهش‌های کیفی از آنها استفاده می‌شود (کرسول، ۲۰۰۷). منابع جمع‌آوری اطلاعات جهت پاسخ به سؤال اول، سایت‌های معتبر علمی مانند: ساینس دایرکت^۱، پروکوئست^۲، پایگاه مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی، اشپرینگر^۳، الزویر^۴، اسکوپوس^۵، نورمگز، پرتال جامع علوم انسانی مگیان و موتور جستجوگر گوگل اسکولار است که مقالات، پایان‌نامه‌ها، رساله‌ها و کتاب‌ها در زمینه رویکرد استم و تربیت معلم در آنها جستجو شدند.

اعتبار و اعتماد

محققان به منظور تأیید اعتبار پژوهش حاضر، درصدد بوده‌اند تا با تأکید بر دانش مبتنی بر مطالعات تجربی و تکیه بر پیشینه تجربی^۶ خود، چارچوب جامع و معتبری برای تعیین ویژگی‌های الگوی مطلوب تربیت معلم استم‌محور، استدلال و تفسیر خود را ارائه دهند. درگیری مستمر در فرایند تحلیل تا به حد اشباع رسیدن استخراج کدها، بازنگری همکاران و بهره‌مندی از دیدگاه آن‌ها در پیام‌رسان‌هایی مانند بله و ایتا و نظارت بر مستندات، در جریان‌های رفت و برگشت، از جمله فعالیت‌هایی است که پژوهشگران برای تعیین اعتبار داده‌ها و یافته‌ها به مدت طولانی درگیر بودند. در بحث «تأییدپذیری»؛ از آنجا که پژوهشگر در پژوهش کیفی صاحب صداست، لذا در این نوع پژوهش به جای مفهوم خنثی بودن و بی‌طرفی پژوهشگر از مفهوم «تأییدپذیری» استفاده می‌شود و برای نیل به این قابلیت تأیید، پژوهشگر سوگیری را کنار می‌گذارد (مارشال و راسمن، ۱۹۹۵). برای اثبات قابلیت تأیید در پژوهش حاضر، پژوهشگر موضع خود را در موقعیت‌های مختلف مشخص نمود و با تحلیل باورهایی که ممکن است، ناخودآگاه بر نتایج پژوهش و مخاطبان تأثیر بگذارد، موضوع را روشن ساخت. به جهت تعیین قابلیت تأییدپذیری یافته‌های پژوهش، همان‌طور که در گام‌های ششگانه روش تحلیل مضمونی داده‌ها توضیح داده شد، درگیری پژوهشگران در مراحل مختلف

1 -Science Direct

2 -ProQuest

3 -Springer

4 -Elseveir

5 -Scopus

۶. محقق اول؛ با سابقه بیش از ۱۵ سال، به‌عنوان آموزشگر مرجع علوم تجربی تجربی و مجری برنامه‌های کاروزی است و محقق دوم؛ با سابقه بیش از یک دهه تدریس در دانشگاه فرهنگیان و بیش از دو دهه تدریس در مدارس، دارای دکترای برنامه درسی می‌باشد.

جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها از مرحله استخراج و بازنگری کدها تا شناسایی و اصلاح ابعاد اصلی و فرعی الگو، در یک فرایند سازنده به دور از شتاب‌زدگی بوده است؛ از سوی دیگر، استفاده از روش پژوهش کمی به منظور تأیید ابعاد اصلی و فرعی مدل، نشان از اهتمام و حساسیت محققان در جهت کسب نتایج پژوهشی قابل اعتماد دارد.

در بخش کمی، برای محاسبه حجم نمونه از فرمول کوکران برای جوامع نامعلوم و واریانس نامعلوم استفاده شد. در واقع جامعه آماری پژوهش مدنظر در این مطالعه، متخصصان برنامه درسی و حوزه علوم تربیتی، آموزشگران مرجع علوم تجربی، مدرسان ریاضی و فناوری دانشگاه فرهنگیان، سرگروه‌های آموزشی دوره ابتدایی و آموزگاران با سابقه تجربی بالای ۱۰ سال بوده است. براساس فرمول مذکور، تعداد ۱۲۰ نفر به عنوان حجم نمونه انتخاب شدند. روش نمونه‌گیری، به شیوه تصادفی ساده بود؛ بدین سبب از کل جامعه مورد مطالعه، نمونه‌ها به صورت کاملاً تصادفی، انتخاب شدند. ابزار جمع‌آوری داده‌ها، پرسش‌نامه طیف لیکرتی ۵ درجه‌ای (پرسش‌نامه محقق ساخته ۱۱۰ گویه‌ای برگرفته از بخش کیفی و اعتباریابی و تأییدپذیری) بود. به منظور تحلیل اطلاعات از نرم‌افزارهای SPSS ویرایش ۲۰ و Smart PLS ویرایش ۳ بهره گرفته شد. روایی مقیاس اندازه‌گیری (پرسش‌نامه مورد استفاده) از طریق نظر متخصصان موضوع، بررسی سازه‌ای از طریق روایی هم‌گرا (در محدوده بین ۰/۵۰ تا ۰/۸۳ قرار داشت) و روایی واگرا (بیشتر از همبستگی سازه با سایر سازه‌ها بود) مورد تأیید قرار گرفت؛ همچنین برای بررسی و تأیید پایایی ابزار نظرسنجی از آلفای کرونباخ (محدوده بین ۰/۷ تا ۰/۹ قرار داشت) برای ارزیابی پایداری درونی سازه‌ها، از آلفای ترکیبی (در محدوده بین ۰/۷۹ تا ۰/۹ بود) و برای همبستگی بین سازه‌ها از روش تعیین ضریب بارهای عاملی گویه‌ها (حداقل مقدار هر گویه، ۰/۵۰ در نظر گرفته شد) استفاده شد که مورد تأیید واقع شد. برای بررسی روابط بین اجزای الگو توسعه حرفه‌ای، از مدل معادلات ساختاری و جهت بررسی وضعیت موجود مؤلفه‌های الگو، از آزمون تی-تست استفاده شد.

یافته‌ها

به منظور پاسخ به سؤال اول پژوهش که الگوی مدل یادگیری استم دانشجو معلمان دانشگاه فرهنگیان باید چه ویژگی‌هایی داشته باشد؟ خلاصه یافته‌ها و برخی از مشخصات مقاله‌های گزیده شده در جدول شماره (۱) آورده شده است.

جدول ۱: تشریح پیشینه پژوهش‌های انجام شده در جهت استخراج اطلاعات

محقق	یافته‌ها
اردوغان و چیفتچی ^۱ (۲۰۱۷)	آماده‌سازی افراد برای حل مسائل زندگی واقعی؛ توسعه مهارت‌های روانی حرکتی و ذهنی افراد؛ بهبود مهارت‌های طراحی؛ توسعه مهارت‌های قرن بیست و یکم؛ فراهم‌سازی دانش ماندگار از طریق انجام دادن و زندگی کردن؛ علاقه به اجرای استم در آموزش

1 . Erdogan & Ciftci

ادامه جدول ۱: تشریح پیشینه پژوهش‌های انجام‌شده در جهت استخراج اطلاعات

محقق	یافته‌ها
اردوغان و چیفتچی ^۱ (۲۰۱۷)	رسمی و غیر رسمی؛ علاقه به اجرای استم در همه مقاطع از پیش دبستانی تا دانشگاه؛ اجرای استم در دروس، فیزیک، شیمی و زیست؛ تفکر در مورد موضوعات و تلفیق آن‌ها؛ مشاهده بهتر طبیعت، زیست‌ها و اشیاء؛ فراهم‌سازی تلفیق بین رشته‌ای؛ توسعه توانایی دانش‌آموزان برای اصلاح پروژه؛ یادگیری لذت‌بخش، برای دانش‌آموزان ناتوان کاربرد ندارد، زمان‌بر است؛ تمرین‌های آموزش استم پرهزینه هستند.
سویک ^۲ (۲۰۱۸)	تصویرسازی استم؛ درگیر شدن با پروژه؛ ارتباط درونی رشته‌های استم؛ رشته‌های ترجیح‌داده‌شده در استم؛ اطلاعات درباره استم؛ رویکرد تدریس ترجیح‌داده‌شده.
اشمیت و فولتون ^۳ (۲۰۱۷)	۱) رویکرد کاوشگری: تلاش در فرایند کاوشگری؛ نیاز به برقراری ارتباط میان تجارب کاوشگری با تدریس کلاس درس خود؛ واقعیت‌های مورد علاقه و آموزش واضح و آشکار؛ فهم موضوع و مفاهیم. ۲) تلفیق فناوری: استفاده از ابزار نامناسب تأثیرگذار بر گزارش داده‌ها در دفترچه دیجیتال؛ نگاه به پاسخ‌های آنلاین به جای فعالیت‌های فرایندمدار پژوهشی؛ ساخت موفقیت‌آمیز وب‌سایت که شامل دفترچه‌های دیجیتالی علوم تجربی و گزارش‌های چند رسانه‌ای است. ۳) طراحی آموزشی: آموزش‌های ادراک‌شده به صورت افراطی و نامشخص بود؛ راهنمای گزارش‌شده در وب سایت، دوستانه نبود؛ ارزشیابان خارجی مواد آموزشی ارائه‌شده را خیلی ارزیابی کردند.
لانگ و همکاران ^۴ (۲۰۲۲)	ارتقای دانش موضوعی و دانش تربیتی استم؛ تلفیق؛ طراحی واحد یادگیری؛ یادگیری فعال؛ افزایش اعتمادبه‌نفس برای آینده معلمی و تدریس؛ کار با دانش‌آموزان؛ دست‌ورزی و خردورزی؛ تدریس اثربخش؛ طراحی و برنامه‌ریزی؛ ارزش استفاده از تجارب قبلی و تجارب دست اول؛ تدریس به‌عنوان حل مسئله؛ خودکارآمدی در تدریس علوم تجربی، ریاضی و استم تلفیق‌شده؛ حافظه بلندمدت و کوتاه‌مدت.
چتین و بالتا ^۵ (۲۰۱۷)	دیدگاه‌های دانشجومعلم‌ان علوم تجربی در مورد منابع آموزشی استم، شرکت در دوره فناوری‌های آموزشی استم و توسعه منابع دوره: تسهیل یادگیری؛ افزایش به‌خاطر سپردن؛ اعتمادبه‌نفس؛ تمرکز؛ ایده‌های متفاوت؛ تصور؛ بصری؛ سرگرمی؛ یافته‌های منفی: کمبود زمان؛ متناسب نبودن با سطح دانش‌آموزان؛ دشواری در آماده‌سازی؛ دشواری در درک و فهم؛ نامناسب برای کلاس‌های شلوغ.

1. Erdogan & Ciftci

2. Çevik

3. Schmidt & Fulton

4. Lange

5. Cetin & Balta

ادامه جدول ۱: تشریح پیشینه پژوهش‌های انجام‌شده در جهت استخراج اطلاعات

محقق	یافته‌ها
کیم و همکاران ^۱ (۲۰۱۵)	اشتغال در فعالیتهای رباتیک؛ فعالیت در فرایندهای استم‌محور؛ یادگیری استم؛ تدریس استم؛ فعالیتهای عملی؛ بی‌میلی به کارهای عملی؛ فعالیتهای شناختی؛ فعالیتهای هیجانی؛ بی‌میلی به فعالیتهای هیجانی.
سانگور گل و سایلان کیرمیزیگول ^۲ (۲۰۲۲)	یادگیری دشوار آلودو (Algodo) برای دانش‌آموزان؛ به صرفه‌بودن از نظر اقتصادی؛ تقویت دروس برای معلم؛ زمان‌بر بودن برای معلمان؛ افزایش موقعیت برای دانش‌آموزان؛ افزایش انگیزه؛ افزایش علاقه در دانش‌آموزان در مشاغل استم؛ افزایش علاقه در درس؛ مؤثر در شناسایی بدفهمی‌ها؛ تقویت مشارکت فعال؛ شناسایی پیامدهای یادگیری موضوعات استم در طراحی فعالیتهای؛ طراحی مهندسی؛ فرایند تلفیق آلودو با استم؛ شناسایی راه‌حل‌های ممکن؛ انتخاب راه‌حل‌ها برای محرک‌های مناسب استم؛ تنظیم معیارها در شناسایی مسائل؛ چالش‌های تلفیق آلودو با استم؛ استفاده از طراحی یک محصول مناسب محرک‌های استم؛ تقویت مهارت‌های قرن ۲۱؛ تفکر خلاق؛ تفکر انتقادی؛ حل مسئله؛ مشارکت و ارتباط؛ شاد بودن؛ مشکل داشتن؛ توسعه حرفه‌ای.
سانگور گل و تاسار ^۳ (۲۰۲۳)	۱) فعالیتهای پیش از تدریس (آماده‌سازی و طراحی): کسب دانش در رشته‌های استم؛ بهره‌مندی از تعیین دوره مناسب؛ استفاده از مهارت‌های قرن ۲۱؛ استفاده از فرایند طراحی مهندسی و تولید؛ فراهم‌کردن سناریو که شامل مسائل واقعی زندگی است؛ توجه به محدودیت‌های زندگی واقعی؛ موضوعات استم برای حل مسئله. ۲) فرایند دوره (استفاده از مدل آموزشی EAD): فراهم‌سازی محرک‌ها (بارش مغزی با سؤال‌ها، کارت‌ها، فیلم‌ها برای ارزشیابی)؛ کاوش فعالیتهایی مانند دست‌ورزی و خوردورزی؛ توضیح (فراهم‌کردن مفاهیم و تعاریف)؛ بسط (فراهم‌سازی محتوا که دیگر موضوعات استم را انعکاس می‌دهد)؛ ارزشیابی (یک رویکرد خوب برای ارزشیابی). ۳) ارزشیابی طراحی نتایج دوره: خلق یک تولید اصیل و پایا به‌عنوان راه‌حل‌های مسائل زندگی واقعی.
سومن و کالسیسی ^۴ (۲۰۱۶)	۱) برای معلمان: آموزش مؤثر؛ یادگیری مشارکتی؛ استفاده از مواد متفاوت؛ به‌خاطر آوردن سریع؛ سرگرم‌کننده؛ یادگیری فعال؛ زمان‌بر. ۲) برای دانش‌آموزان: افزایش علاقه به ریاضیات؛ یادگیری کم اما خوب؛ مشاهده کاربردهای عملی علوم تجربی و ریاضیات؛ انتخاب شغل؛ علاقه به مهندسی و رشته‌های استم؛ پیروی از توسعه تکنولوژی؛ تدریس رشته مهندسی؛ مشارکت فعال در فرایند؛ دستیابی به اهداف دوره.

1 . Kim

2 . Sungur Gül & Saylan KirmiziGül

3 . Sungur-Gul, & Tasar

4 . Sümén & Çalisici

ادامه جدول ۱: تشریح پیشینه پژوهش‌های انجام‌شده در جهت استخراج اطلاعات

محقق	یافته‌ها
سومن و کالسیسی ^۱ (۲۰۱۶)	(۱) تأثیر نیرو: مثال‌هایی از تجارب متفاوت طرح‌شده برای دیدن تأثیر نیرو؛ فعالیت‌های طرح‌شده برای نشان‌دادن یک ساختار مغناطیسی و حوزه‌های کاربردی؛ طراحی تجهیزات مغناطیسی کاربردی و تجهیزات جدید. (۲) فناوری نور و صوت از گذشته تا اکنون: اندازه‌گیری شدت صوت و انجام تجارب متفاوت برای نشان دادن تأثیر آلودگی صوتی؛ طراحی انواع مختلف فعالیت‌ها درباره نور مناسب و آلودگی نوری؛ پروژه‌های مقایسه وسایل برقی قدیم و جدید و توسعه آن‌ها در طی زمان؛ یک پروژه در مورد اختلال آلودگی صوتی؛ یک پروژه در مورد کاربرد مؤثر ابزارهای روشنایی. (۳) ابزارهای برقی در زندگی ما: ارائه فعالیت‌های متفاوت برای طراحی مدار برقی؛ یک پروژه درباره جلوگیری از شوک‌های الکتریکی؛ انجام یک پروژه در مورد جلوگیری از خطرات شوک الکتریکی؛ انجام یک پروژه درباره جلوگیری از خطرات باتری‌های پهن و طراحی جعبه باتری‌های پهن؛ فعالیت‌های متفاوت برای کاوش ساختار درونی وسایل برقی و اصول و قواعد کار با آن‌ها؛ تحقیق درباره استفاده از برق در زندگی روزمره؛ آزمایش ساختار درونی یک لامپ.
آکیگن و اسلان تونک ^۲ (۲۰۱۶)	(۱) در زمینه علوم تجربی: درک جهان طبیعی؛ کاوشگری و پژوهش علمی؛ فرایندهای پژوهش علمی. (۲) در زمینه ریاضیات: فهم الگو/ فرصت/ الگوریتم؛ زبان یا ابزارها؛ حل مسئله یا الگوسازی؛ تاب‌آوری انسان. (۳) در زمینه تکنولوژی: وسیله؛ فرایند؛ مفید برای انسان. (۳) در زمینه مهندسی: سود انسان (هدف)؛ تولید یا محصولات؛ فرایندها طرح و محصول؛ تاب‌آوری انسان.
چیف‌تچی، توپچو، و فولک ^۳ (۲۰۲۰)	(۱) در زمینه آموزش استم: مهارت‌های قرن ۲۱؛ توسعه مهارت‌های شناختی؛ توسعه مهارت‌های فردی و اجتماعی؛ توسعه حرفه‌ای؛ نگرش؛ پیوند میان طبیعت و زندگی؛ توسعه کشور. (۲) چگونه استم را به آموزش ابتدایی وارد کنیم؟ فعالیت‌های استم‌محور؛ تمرین‌های بین‌رشته‌ای؛ آموزش معلم و برنامه درسی. (۳) چرا آموزش استم برای دانش‌آموزان ابتدایی مفید است؟ ویژگی‌های آموزش؛ ویژگی‌های دانش‌آموزان ابتدایی.
اشمیت و فولتون ^۴ (۲۰۱۷)	چالش‌ها و موقعیت‌های مرتبط با فعالیت‌های کاوشگری؛ ماهیت چند بعدی تلفیق فناوری معنادار؛ طرح اصول برای انتقال تمرین‌های انجام‌شده به‌منظور یادگیری مهارت‌های قرن ۲۱؛ یادگیری درس کاوشگری؛ یادگیری از نمونه واحد یادگیری استم؛ یادگیری درس از طراحی آموزشی.

1. Sumen & Calisici
2. Akaygun & Aslan-Tutak
3. Çiftçi, Topçu & Foulk
4. Schmidt & Fulton

ادامه جدول ۱: تشریح پیشینه پژوهش‌های انجام‌شده در جهت استخراج اطلاعات

یافته‌ها	محقق
ذهن‌باز، شیوه‌های نوین تدریس علوم، یادگیری بیشتر تکنولوژی؛ تغییرات مثبت بعد از دوره؛ نگرش مثبت نسبت به استم؛ تلفیق آسان مفاهیم در استم؛ اعتمادبه‌نفس بیشتر برای تلفیق استم؛ نگاه منتقدانه همه دانش‌آموزان؛ اهمیت استم برای دانش‌آموزان؛ اهمیت تلفیق برای یادگیرنده‌های k-5.	منون و همکاران (۲۰۲۳) ^۱
منطق هدف، مقاصد، محتوا، راهبردهای یاددهی یادگیری، نقش معلم، منابع، مکان، زمان، ارزشیابی.	عسکری و جوادپور (۲۰۲۳)
۱) دانش تربیتی: تلفیق مفاهیم فناوری اطلاعات و ارتباطات؛ تلفیق مفاهیم؛ رویکردهای ابداعی؛ طراحی فرایند تدریس؛ طراحی فرایند یادگیری. ۲) همه نوع دانش فناوری و درک فواید آن: برنامه‌نویسی و رباتیک؛ مفید بودن برای دانش‌آموزان؛ فواید حرفه‌ای؛ فواید شخصی؛ فواید موقعیت. ۳) راهبرد برنامه: انجام مطالعات بین‌رشته‌ای؛ کار با دیگر رشته‌ها؛ محیط کاری مشارکتی.	مومکا، آتمان اوسلو و ییلدیز (۲۰۲۲)
۱) دانش: دانش محتوایی؛ دانش تربیتی. ۲) استفاده از مدل و مدل سازی: مواد آموزشی استم نمونه؛ درگیری در دروس/فعالیت‌های استم نمونه. ۳) مشارکت: مشارکت بین‌رشته‌ای در مدرسه؛ مشارکت خارج مدرس. ۴) مربی‌گری و حمایت تخصصی: دانش عملی استم؛ راهبردهای تدریس استم. ۵) بازخورد؛ بازخورد؛ تأمل. ۶) تداوم: تداوم تی پی دی. ۷) چالش‌های تربیتی: دانش محدود معلم‌ها نسبت به استم؛ نارضایتی معلمان از نحوه اجرای استم. ۸) چالش‌های برنامه درسی: زمان‌بر بودن؛ اختلاف بین استم و نیازمندی‌ها. ۹) ارزشیابی: محدود شدن با آزمون‌های اجباری. ۱۰) چالش‌های آموزشی: فقدان برنامه زمانی معلمان؛ فقدان منابع برای معلمان؛ فقدان برنامه‌ریزی مدارس. ۱۱) چالش‌های دانش‌آموزان: ناتوانی در فهم مواد استم؛ نگرش منفی نسبت به یادگیری استم.	لو ^۳ (۲۰۲۱)
استم یک نوع آموزش برای حل مسائل واقعی زندگی؛ استم برای توسعه مهارت‌های قرن ۲۱ افراد کمک می‌کند؛ استم تشویق می‌کند به خلق ارزش‌های و نگرش‌های مثبت؛ استم عمل تربیتی معلمان را ارتقا می‌بخشد؛ استم در حال چالش است.	بیریشا و وولا (۲۰۲۱)

1 . Menon
2 . Mumcu, Atman Uslu & Yildiz
3 . Lo

ادامه جدول ۱: تشریح پیشینه پژوهش‌های انجام‌شده در جهت استخراج اطلاعات

محقق	یافته‌ها
اشتو، سائتو و منتیستاس ^۱ (۲۰۲۲)	۱) ارائه برنامه زمانی روند بین‌رشته‌ای در طراحی فعالیت‌های استم: تکنولوژی و هنر (انتخاب تولید یک محصول و تفکر درباره شکل آن که در نتیجه مهندسی ایجاد خواهد شد، به‌عنوان حل مسائل زندگی واقعی)؛ علوم تجربی و ریاضیات (تعیین دانش و مهارت‌های علوم تجربی و ریاضی که استفاده خواهد شد توسط دانش‌آموزان در حالی که محصول را به‌عنوان یک راه حل مسائل زندگی طراحی می‌کنند)؛ مهندسی و هنر (مطابق با محصول فعالیت‌ها طراحی می‌شوند). ۲) ارائه برنامه زمانی فرایند بین‌رشته‌ای در طی اجرای یک فعالیت استم تلفیق‌شده: مهندسی (تعریف مسائل مهندسی)، تکنولوژی و هنر (پیشنهاد طراحی یک محصول به‌عنوان یک راه حل مشکل)؛ علوم تجربی و ریاضیات (کاربرد علوم تجربی و مهارت‌های ریاضی که مورد نیاز طرح محصول است)؛ مهندسی و هنر (طراحی محصول و شناسایی مسائل فرایند خلق طرح‌های منحصر به فرد).

یافته‌های پژوهش‌های منتخب در زمینه مدل یادگیری استم دانشجومعلم‌ان تحلیل شدند و مضامین اصلی و فرعی شناسایی گردیدند و در جدول شماره (۲) ارائه شد.

جدول ۲: شناسایی مؤلفه‌های اصلی و فرعی الگوی یادگیری استم‌محور دانشجومعلم‌ان

مؤلفه‌های اصلی	مؤلفه‌های فرعی	کدها
کسب دانش و مهارت‌های توسعه حرفه‌ای	طراحی و برنامه‌ریزی	دانش موضوعی و تربیتی؛ سازماندهی موضوعات و مفاهیم؛ سازماندهی فعالیت‌ها؛ طراحی واحد یادگیری؛ توسعه منابع و مواد؛ شناسایی پیامدهای یادگیری؛ طراحی مهندسی و تولید؛ تنظیم معیارهای شناسایی مسئله؛ طراحی محصول مناسب؛ سازماندهی تلفیق محتوا.
	شایستگی‌های حرفه‌ای	درگیر شدن با انجام پروژه؛ یادگیری فعال؛ توسعه حرفه‌ای؛ خلاقیت در کلاس؛ پژوهش موضوعی بین رشته‌ای؛ مری‌گری؛ تأمل بر عمل؛ انعطاف.
	مدیریت کلاس	مشاهده محیط فیزیکی؛ ایجاد فضای عاطفی و لذت‌بخش برای یادگیری در کلاس؛ استفاده از محرک‌های استم در کلاس؛ کار با دانش‌آموزان.
	فرایند یاددهی یادگیری	ساخت دانش موضوعی؛ تلفیق بین‌رشته‌ای (میان‌رشته‌ای)؛ استفاده از رویکرد استم‌محور؛ استفاده از رویکرد کاوش‌گری؛ ساخت دانش عملی؛ تدریس اثربخش؛ تدریس به‌عنوان حل مسئله؛ تسهیل یادگیری؛ انجام فعالیت‌های رباتیک؛ فعالیت در فرایند استم؛ تدریس رشته‌های استم؛ انجام فعالیت‌های عملی؛ انجام فعالیت‌های شناختی؛ انجام فعالیت‌های هیجانی؛ استفاده از مدل آموزشی Ead؛ فراهم ساختن محرک‌ها (سؤال، کارتون، بارش مغزی، فیلم برای ارزشیابی)؛ توضیح؛ بسط؛ ارزشیابی؛ استفاده از مواد و منابع.

ادامه جدول ۲: شناسایی مؤلفه‌های اصلی و فرعی الگوی یادگیری استم‌محور دانش‌جو‌معلمان

مؤلفه‌های اصلی	مؤلفه‌های فرعی	کدها
دانش و مهارت‌های فردی	شخصی	تلاش و جدیت؛ افزایش اعتمادبه‌نفس؛ سرگرم بودن؛ شاد بودن؛ تاب-آوری؛ حس مسئولیت‌پذیری.
	شناختی	توسعه مهارت‌های روانی حرکتی و ذهنی؛ تصویرسازی؛ افزایش به‌یادسپاری؛ تمرکز؛ نگاه واگرا؛ تفکر خلاق؛ تفکر انتقادی.
	ارزشی	توجه به ارزش‌های مثبت؛ توسعه کشور؛ منطق برنامه درسی استم؛ منطق استفاده از رویکرد استم.
	نگرشی	نگرش مثبت نسبت به مسائل؛ علاقه به درس؛ علاقه به تدریس؛ علاقه به مشاغل استم.
دانش و مهارت‌های ارتباطی	دانش و مهارت‌های ارتباطی واقعی	مشاهده و ارتباط با محیط طبیعی؛ تأمل در پدیده‌های اطراف؛ توسعه مهارت‌های اجتماعی؛ محیط کاری مشارکتی در مدرسه و خارج از مدرسه.
	دانش و مهارت‌های ارتباطی مجازی	ساخت وب سایت‌ها، نحوه تکمیل دفترچه‌های دیجیتال علوم تجربی و گزارش‌ها؛ استفاده از نرم‌افزارهای صوتی بازپاسخ تعاملی؛ بازخورد.
	حل مسائل واقعی زندگی	توسعه مهارت‌های قرن ۲۱؛ آشنایی با کمبودهای زندگی و ارائه راه حل؛ آشنایی با تکنولوژی و به‌کارگیری آن در زندگی؛ طراحی سناریو برای زندگی واقعی.
دانش و مهارت‌های زندگی	آشنایی و گرایش نسبت به مشاغل	طراحی و تولید محصول رشته‌های استم؛ برنامه‌نویسی و رباتیک؛ شرکت در دوره‌های آموزشی فناوری؛ آشنایی با مشاغل استم؛ طراحی مهندسی و تولید محصول؛ استفاده از تکنولوژی در زندگی واقعی؛ طراحی تجهیزات کاربردی و استفاده از آن‌ها در زندگی واقعی.
	مهارت‌های یادگیری	انجام و اصلاح پروژه؛ یادگیری لذت‌بخش؛ یادگیری فعال؛ مؤثر در رفع بدفهمی‌ها؛ تقویت مشارکت؛ یادگیری عمیق.
	مهارت‌های ارتباطی	مشاهده کاربرد های عملی علوم تجربی؛ استفاده از فن‌آوری ارتباطات.
رشد و توسعه دانش‌آموزان	مهارت‌های فردی	ایجاد علاقه در مشاغل و درس استم؛ افزایش علاقه در دانش‌آموزان نسبت به درس؛ افزایش انگیزه؛ افزایش علاقه نسبت مشاغل استم.
	مهارت‌های زندگی	دست‌ورزی و خردورزی؛ استفاده از تجارب قبلی؛ استفاده از تجارب دست‌اول.

ادامه جدول ۲: شناسایی مؤلفه‌های اصلی و فرعی یادگیری استم محور دانشجومعلمان

مؤلفه‌های اصلی	مؤلفه‌های فرعی	کدها
شرایط مداخله‌ای	برنامه درسی	متناسب نبودن محتوا با نیازهای دانش‌آموزان؛ فقط فیزیک آموزش داده می‌شود، زیست را پوشش نداد (سازماندهی محتوا و فعالیت‌ها)؛ محدود بودن به آزمون‌های اجباری (ارزشیابی)؛ توجه افراطی به آموزش درک مفاهیم، متناسب نبودن با سطح توانایی‌های دانش‌آموزان (فرایند یاددهی - یادگیری)؛ دشواری در آماده‌سازی، بی- میلی نسبت به کار عملی، بی‌ رغبتی نسبت به کار هیجانی (اجرا).
	تربیتی	دانش محدود معلمان نسبت به رشته‌های استم؛ نارضایتی معلمان از زمان‌بر بودن اجرای استم.
	اقتصادی	پرهزینه بودن تمرین‌های استم؛ به‌صرفه بودن از نظر اقتصادی؛ محصولات منحصر به فرد هم خریداران کم دارد.
	مدیریتی	تعامل غیردوستانه در وب سایت‌ها؛ نامناسب بودن برای کلاس‌های شلوغ؛ فقدان برنامه‌ریزی مدارس.

نتایج حاصل از تحلیل یافته‌های پژوهش‌ها در ارتباط با یادگیری استم محور دانشجومعلمان در شکل (۱) ارائه شده است که ارتباط ابعاد اصلی و فرعی الگوی یادگیری استم را نشان می‌دهد.



شکل ۱: الگوی تلفیق یافته تربیت معلم استم محور

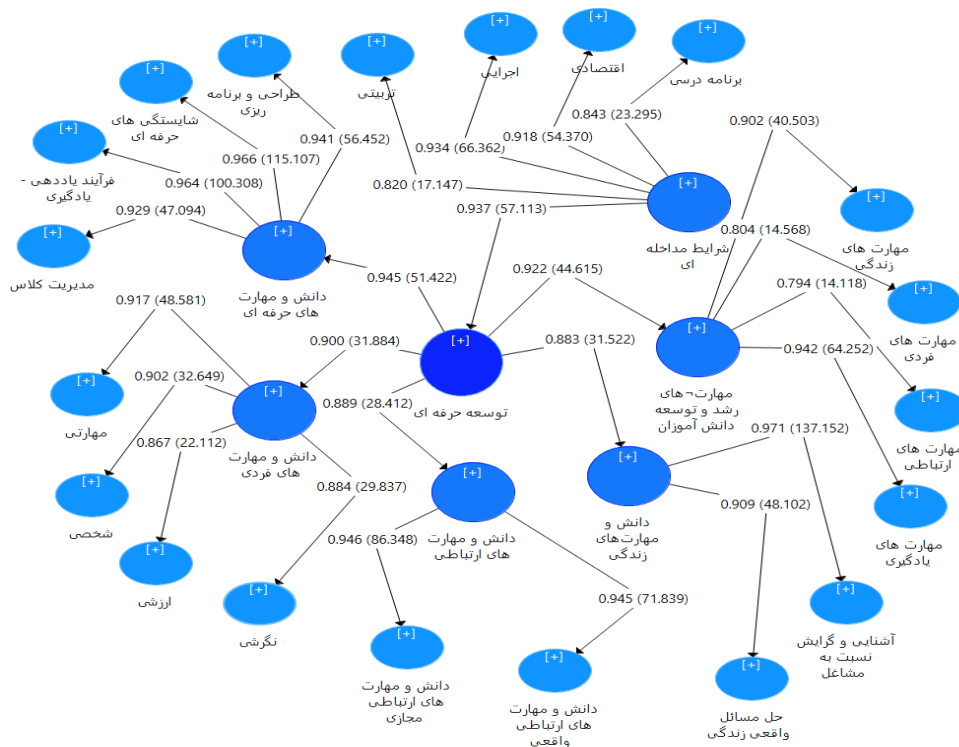
جدول ۲: ضریب مسیر و ضریب معناداری الگوی مطلوب توسعه حرفه‌ای دانشجومعلم‌ان مبتنی بر مدل یادگیری استم

آماره t	ضریب مسیر	مسیر میان متغیرها		آماره t	ضریب مسیر	مسیر میان متغیرها	
		از	به			از	به
۴۶/۴۰۲*	۰/۹۱۰	حل مسائل واقعی زندگی	دانش و مهارت‌های زندگی	۵۹/۳۶۱*	۰/۹۴۰	طراحی و برنامه‌ریزی	دانش و مهارت‌های توسعه حرفه‌ای
۱۳۵/۳۴۷*	۰/۹۷۱	آشنایی و گرایش نسبت به مشاغل	مهارت‌های زندگی	۹۹/۹۷۹*	۰/۹۶۱	شایستگی‌های حرفه‌ای	
۷۱/۱۹۶*	۰/۹۴۳	یادگیری	مهارت‌های رشد و توسعه دانش‌آموزان	۴۲/۷۰۰*	۰/۹۲۱	مدیریت کلاس	
۱۴/۶۸۲*	۰/۸۰۲	ارتباطی	مهارت‌های رشد و توسعه دانش‌آموزان	۱۰۶/۲۱۸*	۰/۹۶۷	فرایند یاددهی-یادگیری	
۱۵/۵۰۱*	۰/۸۳۶	فردی	شرایط مداخله‌ای	۳۳/۱۵۷*	۰/۹۰۱	شخصی	دانش و مهارت‌های توسعه
۳۲/۲۲۲*	۰/۸۹۰	زندگی		۴۶/۷۶۷*	۰/۹۱۵	شناختی	
۲۲/۱۹۶*	۰/۸۳۸	برنامه درسی		۲۳/۰۴۹*	۰/۸۶۲	ارزشی	
۱۷/۷۵۹*	۰/۸۱۸	تربیتی	شرایط مداخله‌ای	۲۹/۹۶۶*	۰/۸۸۴	نگرشی	دانش و مهارت‌های ارتباطی
۵۲/۸۸۶*	۰/۹۱۲	اقتصادی		۷۰/۵۵۲*	۰/۹۴۷	واقعی	
۶۳/۶۶۳*	۰/۹۲۶	مدیریتی		۷۵/۰۶۱*	۰/۹۴۴	مجازی	

*. کلیه ضرایب مسیر در سطح ۰/۰۰۰ معنادار است.

در بخش کمی، برای بررسی مدل پژوهش، از تحلیل عاملی تأییدی مرتبه دوم استفاده شد. نتایج حاکی از آن بود که سطوح معناداری از مقدار بحرانی ۱/۹۶ بالاتر است که مبین معناداری مسیرها می‌باشد. برای ارزیابی پایداری درونی سازه‌ها از شاخص آلفای کرونباخ (CA) و برای هم‌بستگی بین سازه‌ها از آلفای ترکیبی (CR) استفاده شد. ارزش‌های بین ۰/۷۰ تا ۰/۹۰ (به‌عنوان ارزش‌های مطلوب) قرار داشتند. در ضمن AVE از ۰/۵۰، شاخص ضریب تعیین (R^2) بالاتر از سطح متوسط و معیار استون-گیزر (Q^2) نیز در سطح قوی برای همه سازه‌ها گزارش شد که نشان‌دهنده مناسب بودن برازش سازه‌ها می‌باشد.

به‌طور کلی نتایج این بخش مبین این است که الگوی مطلوب تربیت معلم استم‌محور می‌تواند، دارای ۶ مؤلفه اصلی و ۲۰ مؤلفه فرعی (مفهوم) از نظر نمونه‌ها باشد. شکل ۲، الگوی پژوهش در حالت ضرایب استاندارد و معناداری را نشان می‌دهد. همان‌گونه که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، ضرایب گزارش‌شده برای مسیرها معنادار هستند؛ لذا می‌توان نتیجه گرفت که روابط بین اجزای الگو، تأیید می‌شود؛ همچنین با توجه به ضرایب R^2 به‌دست آمده، تمام متغیرها قادر به پیش‌بینی $0/83$ متغیر ملاک (توسعه حرفه‌ای) بودند. برای آزمون کلی مدل، از شاخص کلی برازش (معیار GOF) استفاده شد (تننهاوس و همکاران^۱، ۲۰۰۵؛ ورتزل و همکاران^۲، ۲۰۰۹). این شاخص بین صفر و یک بوده و مقادیر $0/10$ ، $0/25$ و $0/36$ به‌ترتیب ضعیف، متوسط و قوی برای آن در نظر گرفته شده است. شاخص GOF در این مطالعه، $0/732$ به‌دست آمد که نشان از برازش قوی الگو دارد.



شکل ۲: الگوی اصلی در حالت استاندارد و معناداری ضرایب

1. Tenenhaus
2. Wetzels

برای بررسی وضعیت موجود مؤلفه‌های الگو از آزمون تی-تست استفاده شد. گزارش خروجی نرم‌افزار حاکی از این است که نمره آماره تی و انحراف معیار برای مؤلفه‌های: دانش و مهارت‌های حرفه‌ای (۱۰۸/۷۱۲، ۰/۴۶۸)، طراحی و برنامه‌ریزی (۹۸/۲۶۰، ۰/۵۱۸)، فرایند یاددهی-یادگیری (۱۰۵/۸۸۲، ۰/۴۶۶)، مدیریت کلاس (۱۰۴/۱۶۱، ۰/۴۹۴)، شایستگی‌های حرفه‌ای (۱۰۵/۵۱)، (۰/۴۷۸)، دانش و مهارت‌های فردی (۱۰۶/۱۹۴، ۰/۴۷۴)، شخصی (۹۶/۵۴۷، ۰/۵۱۴)، مهارتی (۱۰۱/۸۵)، ارزشی (۹۱/۲۹۸، ۰/۵۵۷)، نگرشی (۸۶/۹۴۷، ۰/۵۷۹)، دانش و مهارت‌های ارتباطی (۹۴/۸۱۶، ۰/۵۳۵)، دانش و مهارت‌های ارتباطی واقعی (۹۰/۰۹۱، ۰/۵۶۶)، دانش و مهارت‌های ارتباطی مجازی (۸۷/۶۱۶، ۰/۵۷۸)، دانش و مهارت‌های زندگی (۹۶/۴۹۹، ۰/۵۲۴)، حل مسائل زندگی (۸۳/۵۷۲، ۰/۶۰۱)، آشنایی و گرایش نسبت به مشاغل (۹۵/۳۲۲، ۰/۵۳۴)، مهارت رشد و توسعه دانش‌آموزان (۱۰۹/۷۴۳، ۰/۴۶۷)، دانش و مهارت‌های ارتباطی (۹۶/۲۴)، (۰/۵۳۱)، دانش و مهارت‌های فردی (۸۴/۳۹۱، ۰/۶۰۷)، دانش و مهارت‌های یادگیری (۱۰۴/۱۳۷، ۰/۴۹۶)، دانش و مهارت‌های زندگی (۹۸/۲۶، ۰/۵۲۱)، شرایط مداخله‌ای (۹۵/۶۱۲، ۰/۵۲۲)، برنامه درسی (۸۲/۹۴۵، ۰/۵۹۱)، تربیتی (۸۸/۳، ۰/۵۷۴) اقتصادی (۷۹/۸۹۱، ۰/۶۳۱)، اجرایی (۸۴/۸۱۷، ۰/۵۹) با میانگین بالاتر ۳ (نمره ارزش آزمون) و سطح معناداری ۰/۰۰۰ است. با توجه به این که سطح معناداری برای آزمون تمامی متغیرهای تحقیق برابر صفر و کمتر از ۰/۰۵ به دست آمده، لذا فرضیه صفر رد می‌شود. بدین سبب می‌توان گفت که وضعیت موجود مؤلفه‌های اصلی و مؤلفه‌های فرعی از نظر پاسخگویان در وضعیت مناسبی هستند و میزان آن‌ها در حد مطلوب است.

بحث و نتیجه‌گیری

تحقیق حاضر در پی تدوین الگوی توسعه حرفه‌ای دانشجو معلمان دانشگاه فرهنگیان بر مبنای مدل یادگیری استم بوده که با بهره‌گیری از روش‌های کیفی و کمی به سؤالات پژوهش پاسخ داده شد. توسعه حرفه‌ای معلمان

توسعه حرفه‌ای معلمان عبارت است از فرایند فعالیت‌های طرح‌ریزی شده به منظور افزایش دانش، مهارت‌ها و نگرش‌های حرفه‌ای، تا این که معلمان بتوانند زمینه بهبود یادگیری دانش‌آموزان را فراهم آورند (گاسکی^۱، ۲۰۰۰). طبق نتایج نهایی، الگوی تلفیق یافته توسعه حرفه‌ای دارای ۶ مؤلفه اصلی و ۲۰ مؤلفه فرعی می‌باشد که روابط بین اجزای این الگو، با استفاده از ترسیم مدل معادلات، مورد تأیید قرار گرفت. هم‌راستا با این مطالعه، می‌توان به مطالعه جعفری و همکاران (۱۳۹۵) اشاره داشت؛ نتایج مطالعه آنان نشان داد که الگوی توسعه حرفه‌ای معلمان ابتدایی مدارس استثنایی گروه کم‌توان ذهنی شامل سه مؤلفه: محتوا، زمینه و فرایند است که این الگو نیز با استفاده از روش

1. Guskey

حداقل مربعات جزئی، تأیید شد. هم‌جهت با مطالعه حاضر، گرت و همکاران^۱ (۲۰۰۱) با بهره‌گیری از مدل معادلات ساختاری، سه ویژگی اصلی فعالیت‌های توسعه حرفه‌ای را برای افزایش دانش، مهارت و تغییر در شیوه کلاس‌داری معلمان مؤثر می‌دانند؛ این ویژگی‌ها عبارتند از: تمرکز بر دانش محتوایی، فرصت برای یادگیری فعال و انسجام با سایر فعالیت‌ها. باچینسکی و هانس^۲ (۲۰۱۰) نیز توسعه حرفه‌ای را افزایش دانش محتوایی معلمان با استفاده از روش‌های تدریس پژوهشی در کلاس درس برای بهبود نمرات دانش‌آموزان می‌دانند. در حال حاضر، آموزش استم کانون تحقیقات و اصلاحات آموزشی در جهان است. مطالعات حوزه علوم تجربی، مؤلفه‌هایی مانند خط‌مشی‌های آموزشی، برنامه درسی موضوع‌محور، برنامه درسی فعالیت‌محور، توسعه حرفه‌ای معلم، تدریس اثربخش و ارزشیابی آموزشی را برای نظام آموزشی استم‌محور پیشنهاد داده‌اند. در این میان، رشد و توسعه حرفه‌ای معلم جهت‌دهنده و تضمین‌کننده اساسی توسعه نظام آموزشی استم‌محور است (هو و گو^۳، ۲۰۲۴). از این‌رو تربیت معلم توانمند جهت ترویج نظام آموزشی استم‌محور در دوره تربیت معلمی، امری حتمی و مهم قلمداد می‌شود. شایستگی‌هایی که یک دانشجو معلم باید در طی دوره‌های تربیت معلمی کسب نماید شامل: دانش، مهارت و نگرش در زمینه شغل خاص معلمی است. در جمهوری اسلامی ایران، مأموریت دانشگاه فرهنگیان به‌عنوان متولی تربیت معلم، این است که معلمانی کارآمد تربیت نماید تا پس از فراغت از تحصیل، از رضایت‌مندی شغلی و فردی نسبتاً قابل قبولی برخوردار بوده و از طرفی، پاسخ‌گوی نیازهای دانش‌آموزان باشند. آماده‌سازی دانشجومعلم‌ان برای ورود به مدارس و مواجهه با مسائل واقعی زندگی، تنها در گرو مجهز شدن به مهارت‌های حل مسائل کلاس درس و زندگی است. هم‌راستا با این موضوع، تُورک و همکاران^۴ (۲۰۱۳)، کیفیت آمادگی معلم برای کمک به دانش‌آموزان در جهت رسیدن به استانداردهای تحصیلی بالاتر را بسیار مهم می‌دانند و بیان می‌دارند برای معلمانی که به تدریس در زمینه‌های استم اشتغال دارند، مجهز بودن به دانش محتوای عمیق در زمینه استم و دانش تدریس حرفه‌ای دو ویژگی ضروری است که آنها باید داشته باشند تا بتوانند به دانش‌آموزان در دستیابی به درک عمیق استم برای استفاده بعدی در زندگی و آتیه شغلی خود کمک کنند. با توجه به این مهم، پژوهش حاضر با هدف طراحی الگوی تربیت معلم استم‌محور برای مواجهه دانشجومعلم‌ان دانشگاه فرهنگیان با مسائل واقعی زندگی قرن بیست و یکم، انجام شده است که در اینجا به بررسی مؤلفه‌های اصلی و فرعی این الگو می‌پردازیم.

- 1 . Garet
- 2 . BucZyuski & Hansen
- 3 . Hu, & Guo
- 4 . Türk

دانش و مهارت‌های حرفه‌ای

مراکز تربیت معلم از جمله مراکزی هستند که در شکل‌گیری دانش تدریس، نقش اساسی دارند. دانش حرفه‌ای برای برنامه‌های تربیت معلم، روح‌انگیز است. تدریس به‌عنوان یک دانش در قلب این گرایش وجود دارد که شامل دانش موضوعی و دانش عملی است (ورلوپ^۱، ۲۰۰۱). گروسمن و ریچرت^۲ (۱۹۸۸) بر این باورند که دانش تدریس بایستی هم شامل دانش عمومی تربیتی هم شامل دانش در زمینه موضوع درسی باشد. شولمن^۳ (۱۹۸۶) ایده دانش محتوایی تربیتی را طرح می‌کند و آن را مهم‌ترین طبقه در دانش پایه تدریس و دانش معلمان قلمداد می‌کند و به نظر او یکی از مسائل ابتدایی معلمان که هنوز به قدر کافی به وسیله آن‌ها درک نشده است، دانش محتوایی است. درباره مفهوم ارتقای مهارت‌های حرفه‌ای معلمان که از اواسط قرن بیستم در نظام آموزشی پدیدار شده است، صاحب‌نظران امر تعلیم و تربیت، نظرات مختلفی را بیان کرده‌اند؛ از جمله مهرمحمدی به توانایی‌های مربوط به روش‌های تدریس، ارزشیابی و استفاده از فناوری آموزشی معلم اعتقاد دارد. مرعشی این مهارت را شامل آگاهی معلمان از روش‌های تدریس، سازماندهی و اداره کلاس، مشاوره و راهنمایی دانش‌آموزان و ارزشیابی می‌داند (نادری، ۱۳۸۹)؛ همچنین از نظر تقی‌پور، (۱۳۸۷) مهارت‌های معلمی عبارتند از: آشنایی با روش تدریس، طراحی، آموزش و ارزشیابی. در تحقیق حاضر، مؤلفه‌های «طراحی و برنامه‌ریزی»، «شایستگی‌های حرفه‌ای»، «مدیریت کلاس درس» و «فرایند یاددهی-یادگیری» تبیین‌کننده اجزای «دانش و مهارت‌های حرفه‌ای» بوده است.

طراحی و برنامه‌ریزی: تربیت افراد برای بازار کار در هر حوزه می‌طلبد به دانش و مهارت‌های خاص آن رشته دست یابند. در زمینه تربیت معلم نیز کسب شایستگی‌های ویژه معلمی از اهمیت شایانی برخوردار است. انتظار می‌رود دانشجومعلم در طی ۳ الی ۴ سال تحصیل در دانشگاه فرهنگیان به هویت حرفه‌ای خود دست یابند. چنین تغییرات مثبت در دانش، کنش و نگرش نشان از اعتبار این قشر جامعه دارد. یکی از زیرمؤلفه‌های دانش و مهارت‌های توسعه حرفه‌ای طراحی و برنامه‌ریزی است. دانشجومعلم به‌طور عام باید پیش‌بینی‌های لازم را برای ابعاد تدریس اجمله نتایج یادگیری (هدف‌ها)، سازماندهی محتوا و فعالیت‌ها، مواد و منابع و ارزشیابی داشته باشند (فتحی و اجارگاه، ۱۴۰۱). در الگوی استم‌محور این‌گونه تمهیدات از سوی دانشجومعلم با طراحی واحد یادگیری صورت پررنگ‌تر و غنی‌تر به خود می‌گیرد (لانگ و همکاران ۲۰۲۲). طراحی مهندسی و تولید محصول در این طرح درس‌ها پیش‌بینی می‌شود. سازماندهی محتوا به‌صورت برنامه درسی تلفیقی از دیگر وظایفی است که دانشجومعلم در موقعیت استم با آن درگیر هستند. نتیجه ترکیب موضوعات علوم تجربی، ریاضی، مهندسی و تکنولوژی از یک سو زمینه ارتقای دانش موضوعی حداقل در این ۴ رشته را فراهم می‌سازد و از سوی دیگر باعث ایجاد مهارت برنامه‌ریزی

1. Verloop

2. Grossman & Richert

3. Shulman

تلفیقی به‌عنوان دانش و مهارت تربیتی می‌شود. طراحی آموزشی چندروزه Ead و پیوند میان استانداردها و طراحی از مهم‌ترین نکاتی است که دانشجویان توانایی پیوند میان تجارب یادگیری و دست‌ورزی را با استانداردها کسب می‌نمایند. یافته‌های این بخش از پژوهش با یافته‌های پژوهشی اردوغان و چیفتچی (۲۰۱۷)، لانگ و همکاران (۲۰۲۲)، سانگورگل و سایلان کیرمیزیگول (۲۰۲۲)، سانگورگل و تاسال (۲۰۲۳)، مومکیو و همکاران (۲۰۲۲)، لو (۲۰۲۱)، بریسا و وولا (۲۰۲۱) و اشتو و همکاران (۲۰۲۲) هم‌خوانی دارد.

شایستگی‌های حرفه‌ای: ممکن است این بعد توسعه حرفه‌ای به‌صورت مستقیم با تدریس و آموزش ارتباط نداشته باشد، اما وظایف معلمی صرفاً به انجام فعالیت‌های کلاس درس و تعامل با دانش‌آموزان محدود نمی‌شوند. انجام پروژه و پژوهش در زمینه موضوعات بین‌رشته‌ای، معلمانی پژوهش‌محور تربیت می‌کند و شایستگی‌های حرفه‌ای لازم برای کار در محیط واقعی را در آن‌ها ایجاد می‌نماید. دانشجومعلم‌ان توسعه‌یافته دارای مهارت‌های خلاقیت و انعطاف در امر آموزش و پرورش و تعامل با دیگران در مدرسه و خارج از مدرسه از جمله: همکاران، والدین، دانش‌آموزان، مدیران و... هستند تا به‌درستی نقش مربی‌گری را انجام داده و دانش‌آموزان، خود نیز این‌گونه تربیت نمایند. این یافته‌ها نیز هم‌سو با یافته‌های لانگ و همکاران (۲۰۲۲)، چتین و بالتا (۲۰۱۷)، لانگ و همکاران (۲۰۲۲)، سانگورگل و سایلان کیرمیزیگول (۲۰۲۲)، سمن و کالسیسی (۲۰۱۵)، چیفتچی و همکاران (۲۰۲۰)، اسمیت و فولتون (۲۰۱۷)، منون و همکاران (۲۰۲۳) و استو و همکاران (۲۰۲۲) است.

مدیریت کلاس درس: دانشجومعلم‌ان با ایجاد جوّ دوستانه میان خود و دانش‌آموزان، محیطی لذت‌بخش و شادی‌آفرین ایجاد نموده و با تعیین انتظارات خود، فرهنگ کلاس خود را برایشان تبیین می‌نمایند. برای رسیدن به این منظور، ضروری است از مهارت‌های مشاهده دقیق و توجه به محیط فیزیکی کلاس و مدرسه برخوردار باشند. فضای کلاس‌های درس استم‌محور با توجه به محرک‌های متنوع و عناصر فیزیکی از یک سو و ماهیت رویکرد استم، زمینه نگاه دقیق و توجه به این مؤلفه‌های مؤثر بر تدریس اثربخش را فراهم می‌نماید. هم‌راستا با این یافته پژوهش حاضر، می‌توان به مطالعات عسکری و جوادپور (۲۰۲۳)، آخایجان و اسلان تونک (۲۰۱۵)، سمن و کالسیسی (۲۰۱۵)، سانگورگل و سایلان کیرمیزیگول (۲۰۲۲) و سانگورگل و تاسال (۲۰۱۸) اشاره نمود.

فرایند یاددهی-یادگیری: با توجه به ماهیت سازنده‌گرایی یادگیری استم، در فرایند یاددهی-یادگیری، دانشجومعلم از یک طرف، با ترکیب موضوعات استم، به یک دانش جدید دست می‌یابد و از سوی دیگر، در کنار دانش‌آموزان و با استفاده از تجارب پیشین، برنامه درسی می‌سازد. حاصل تعامل بین او و دانش‌آموزانش در فرایند تلفیق، دست‌یابی به دانش موضوعی جدید است؛ همچنین روند ساخت و سازگرایی زمانی به اوج می‌رسد که آن‌ها بتوانند، آموخته‌های خود را در موقعیت‌های

واقعی به کار بیندند، دانش کاربردی بسازند، محصولاتی را تولید نمایند و استفاده بهینه از مدل و مدل‌سازی داشته باشند؛ چنین موقعیتی است که دانش‌جو معلم و دانش‌آموزان به‌طور جدی در فعالیت‌های عملی-شناختی-هیجانی درگیر می‌شوند. ارزشیابی در دو بعد انجام می‌گیرد؛ فراهم-سازی محرک‌ها (سؤال‌ها، بارش مغزی، فیلم، کارتون و...) و در بعد دیگر محصولات با توجه به معیارهای مشخص‌شده مورد ارزیابی (ارزیابی عملکردی) قرار می‌گیرد. یافته‌های این بخش پژوهش با یافته‌های پژوهش چیفتچی و همکاران (۲۰۲۰)؛ اشمیت و فولتون (۲۰۱۷)، منون و همکاران (۲۰۲۳)، آخایجان و اسلان تونک (۲۰۱۵)، سمن و کالسیسی (۲۰۱۶)، سمن و کالسیسی (۲۰۱۵)، سانگورگل و تاسار (۲۰۲۳)، چتین و بالتا (۲۰۱۷)، کیم و همکاران (۲۰۱۵) سویک (۲۰۱۸) و لو (۲۰۲۱) هم‌سو است.

دانش و مهارت‌های فردی

در این مطالعه، مؤلفه‌های «مهارتی»، «شخصی»، «ارزشی» و «نگرشی» تبیین‌کننده اجرای «دانش و مهارت‌های فردی» الگوی تلفیق‌یافته پژوهش بوده است. همان‌گونه که استم موجب شکل‌گیری هویت حرفه‌ای می‌شود، زمینه‌های رشد و شکوفایی فردی را ایجاد می‌کند و هویت فردی را شکل می‌دهد. شایان ذکر است که یکپارچگی وجودی دانش‌جو معلم زمانی شکل می‌گیرد که در موقعیت‌های پیچیده و چندبعدی قرار بگیرند، همچنان که موضوعات مجزا موجب دانش و مهارت به صورت تکه تکه می‌شود، موقعیت‌های تک بعدی آموزش، زمینه تکه تکه شدن هویت افراد را به ارمغان می‌آورد. معلم با هویت درهم‌تنیده و کامل می‌تواند، هویت یک‌پارچه دانش‌آموزان را شکل دهد. مراکز مجری تربیت معلم باید سعی کنند، معلمانی تربیت نمایند که از نظر شخصی، مهارتی، نگرشی و ارزشی بتوانند زمینه‌های رشد همه‌جانبه دانش‌آموزان اعم از شناختی، عاطفی، اجتماعی و اخلاقی را فراهم آورند. هم‌سو با این یافته نیز می‌توان به مطالعات اردوغان و چیفتچی (۲۰۱۷)، اشمیت و فولتون (۲۰۱۵)، لانگ و همکاران (۲۰۲۲)، چتین و بالتا (۲۰۱۷)، کیم و همکاران (۲۰۱۵)، سانگورگل و کیرمیزیگول (۲۰۲۲) و سمن و کالسیسی (۲۰۱۶) اشاره نمود.

دانش و مهارت‌های ارتباطی

در مطالعه حاضر، مؤلفه‌های «دانش و مهارت‌های ارتباطی واقعی» و «دانش و مهارت‌های ارتباطی مجازی» تبیین‌کننده اجزای «دانش و مهارت‌های ارتباطی» الگوی تلفیق‌یافته مدل این پژوهش بوده است. شایان ذکر است که رویکرد استم باعث ارتقای دانش و مهارت‌های تعامل دانش‌جو معلم می‌شود. مشاهده دقیق پدیده‌های طبیعی و درک اهمیت زیست بوم، موجب احترام به ارزش همه موجودات روی کره خاکی می‌گردد. کار با همکاران رشته‌های متفاوت به‌منظور تلفیق موضوعات استم، به‌طور واقعی و یا از طریق فضاهای مجازی در مدرسه یا خارج از مدرسه موجب هم‌افزایی، هم‌فکری و بهبود روابط بین فردی می‌شود. این توانمندسازی دانش‌جو معلم از طریق همتایان از مرحله طراحی شروع می‌شود و تا پایان تدریس ادامه دارد. یافته‌های این بخش از مطالعه در راستای

یافته‌های عسکری و جوادی‌پور (۲۰۲۳)، منون و همکاران (۲۰۲۳)، سمن و کالسیسی (۲۰۱۶)، سانگورگل و کیرمیزیگول (۲۰۲۲)، اشمیت و فولتون (۲۰۱۵) و لو (۲۰۲۱) است. دانش و مهارت‌های زندگی

در این پژوهش، مؤلفه‌های «آشنایی و گرایش نسبت به مشاغل» و «حل مسائل واقعی زندگی» تبیین‌کننده اجزای «دانش و مهارت‌های زندگی» الگوی تلفیق‌یافته مدل مطالعه حاضر بوده است. برنامه درسی تلفیقی استم در چهار موضوع علوم تجربی، فناوری، مهندسی و ریاضیات؛ فرصت یادگیری درهم‌تنیده موضوعات درسی را فراهم می‌کند. رشته‌ها در برنامه درسی موضوعات مجزا، در ساعت‌های متفاوت به فراگیران ارائه می‌شود. حاصل این نوع آموزش‌ها، یادگیری تفکیک‌شده دانش و فراموشی سریع مطالب است. رویکرد استم فراگیران را با مسائل زندگی واقعی مواجه می‌سازد. برای حل چنین مسائل باید از اندوخته‌ها و آموخته‌ها به‌صورت کل و یک‌پارچه مساعدت خواست. در عصر حاضر هدف تعلیم و تربیت، به‌سازی فرهنگ و جامعه است. لازم است دانشجومعلم‌ان مهارت‌های نرم مانند تفکر انتقادی، خلاقیت و حل مسئله خود را ارتقا بخشند و به دانش‌آموزان خود نیز بیاموزند. رشد و توسعه تکنولوژی تغییر و تحول عظیمی در مشاغل ایجاد کرده است. به نظر می‌آید در آینده، بسیاری از مشاغل کنونی حذف شوند، یا اهمیت خود را از دست بدهند و یا در آن‌ها تغییر صورت پذیرد. معلم‌ان و فراگیران باید برای چنین پدیده‌های عجیبی آماده باشند. با مشاغل مجازی و حقیقی که منجر به تولید محصولات و تجهیزات کاربردی در زندگی واقعی می‌شود، آشنا شوند. حرفه‌هایی از قبیل: برنامه‌نویسی، رباتیک، وب‌سایت نویسی، آلودو و غیره. یافته‌های پژوهشی در این بخش با یافته‌های اردغان و چیفتچی (۲۰۱۷)، سویک (۲۰۱۸)، سانگورگل و کیرمیزیگول (۲۰۲۲)، سانگورگل و تاسار (۲۰۲۳)، سمن و کالسیسی (۲۰۱۵)، آخیاجان و اسلان تونک (۲۰۱۵)، چیفتچی و همکاران (۲۰۲۰)، اشمیت و فولتون، (۲۰۱۷)، اشتو و همکاران (۲۰۲۱)، بیریشا و همکاران (۲۰۲۱) و مومکیو و همکاران (۲۰۲۲) هم‌خوانی و قرابت دارد.

مهارت‌های رشد و توسعه دانش‌آموزان

در مطالعه حاضر، مؤلفه‌های «مهارت‌های زندگی»، «مهارت‌های فردی»، «مهارت‌های ارتباطی» و «مهارت‌های یادگیری» تبیین‌کننده اجزای «مهارت‌های رشد و توسعه دانش‌آموزان» الگوی تلفیق‌یافته مدل بوده است. اثربخشی استم به آموزش بزرگسالان محدود نمی‌شود. دانشجومعلم‌ان با درگیر شدن در فعالیت‌های طراحی، یادگیری استم را تجربه می‌کنند و دانش و مهارت‌های حرفه‌ای خود را بهبود می‌بخشند. اما داستان استم به اینجا ختم نمی‌شود. در مرحله اجرا اندوخته‌های خود را ارزیابی می‌نمایند. کلاس درس مناسب‌ترین بستر برای به آزمایش گذاشتن تجارب‌شان است تا مشاهده نمایند که چه میزان دانش و مهارت کسب شده است. استم می‌تواند موجب افزایش یادگیری و رشد و توسعه دانش‌آموزان شود. درواقع هدف نهایی تربیت دانشجومعلم‌ان اثربخش، تربیت دانش‌آموزان کارآمد است. به عبارت دیگر، نه‌تنها برنامه درسی میان‌رشته‌ای، مختص به

آموزش بزرگسالان نیست، بلکه در مقاطع آموزشی مختلف نیز کاربرد دارد و می‌توان از مزایای آن، بویژه در دوره ابتدایی، بهره جست. بنابراین معلم توسعه‌یافته در دانش و مهارت‌های ارتباطی، فردی و زندگی می‌تواند دانش‌آموزانی با چنین ویژگی‌هایی تربیت نماید. دانش‌آموزان در کنار معلمان خود نسبت به پدیده‌های اطراف حساس می‌شوند و با تأمل مشاهده می‌کنند، مهارت‌های خردورزی و دست‌ورزی خود را ارتقا می‌بخشند، دست به تولید محصولات می‌زنند، در مواجهه با مسائل واقعی زندگی فعالانه به راه‌حل‌های مناسب می‌اندیشند، انتخاب‌گر هستند، در فضای لذت‌بخش یادگیری به رشته‌ها و مشاغل استم روی می‌آورند و بدفهمی‌ها را اصلاح می‌کنند. درنهایت چنین محیطی منجر به یادگیری عمیق می‌شود. یافته‌های پژوهشی در این بخش با نتایج و یافته‌های پژوهش چیفتچی و همکاران (۲۰۲۰)، سمن و کالسیسی (۲۰۱۶)، سانگور گل و کیرمیزیگول (۲۰۲۲)، لانگ و همکاران (۲۰۲۲)، اشتو و همکاران (۲۰۲۱) و اردوغان و چیفتچی (۲۰۱۷) هم‌خوانی دارد.

شرایط مداخله‌ای

در مطالعه حاضر، مؤلفه‌های «برنامه درسی»، «اقتصادی»، «اجرایی» و «تربیتی» تبیین‌کننده اجزای «شرایط مداخله‌ای» الگوی تلفیق‌یافته مدل بوده است. محدودیت‌های رویکرد استم را می‌شود از چند بعد بررسی نمود: یکی از مشکلاتی که ممکن است دانش‌جو معلمان با آن مواجه شوند، عناصر برنامه درسی می‌باشد. عدم آشنایی و نداشتن مهارت کافی در برنامه‌ریزی درسی بین‌رشته‌ای از دیگر موضوعاتی است که در این نوع سازمان‌دهی باید مورد دقت قرار گیرد. تجربیات نشان می‌دهد که در بسیاری موارد، برنامه آموزشی استم، صرفاً چند موضوع درسی را بدون اینکه به نیازهای دانش‌آموزان توجه شود، با هم ترکیب و متحد می‌نماید و مهم‌تر این‌که بین موضوعات ارتباط و درهم‌تنیدگی واقعی را امکان‌پذیر نمی‌سازد؛ بلکه تنها دروس مختلف را در مدت اندک تدریس می‌کند. در یک جمع‌بندی می‌توان بیان داشت که این برنامه در بعد اجرایی آن‌گونه که ادعا شده، در صحنه عمل موفق نبوده است؛ دلیل این امر نیز این است که اجرای برنامه آموزشی استم، نیازمند تمهیدات و مستلزم تخصص معلم در بسیاری از موضوعات درسی با همکاری گسترده بین معلمان و برنامه‌ریزی دقیق بین‌رشته‌ای است. علاوه بر این، نیازمند تمهیدات خاص در سطح مدرسه، نظیر انعطاف‌پذیری در فضاها، برنامه، گروه‌بندی سنی، در دسترس بودن منابع و مواد متعدد و نیز منابع کمکی و تکمیلی است. یکی از دلایل نارضایتی معلمان از اجرای استم نیز کمبود زمان و پرهزینه بودن فعالیت‌های آموزشی با رویکرد استم می‌باشد. در این بخش نیز یافته‌های پژوهشی با نتایج فتحی‌واجراگه (۱۴۰۱)، چتین و بالتا (۲۰۱۷)، کیم و همکاران (۲۰۱۵) و لو (۲۰۲۱) هم‌خوانی دارد؛ همچنین در این مطالعه، آزمون تی‌تک نمونه‌ای نشان داد که وضعیت همه مؤلفه‌های الگوی نهایی پژوهش، بالاتر از متوسط و در سطح مطلوب است. نتایج پژوهش شیرازی‌نژاد و همکاران (۱۴۰۱) در مورد عوامل مؤثر بر توسعه حرفه‌ای مدیران مدارس ایران نشان داد که وضعیت این عوامل از نظر آزمودنی‌ها در سطح مطلوب ارزیابی شده است؛ لذا نتیجه حاصل از این بخش مطالعه

با نتیجه پژوهش شیرازی‌نژاد و همکاران (۱۴۰۱) هم‌خوانی داشته و در یک راستا قرار دارد. همچنین نتایج این مطالعه با یافته‌های پژوهش خمیری و همکاران (۱۴۰۰) نیز هم‌سو است؛ اما نتایج مطالعه حاضر با نتایج مطالعه حاج خزیمه و همکاران (۱۳۹۹) هم‌سو نمی‌باشد. نتایج مطالعه آنان نشان داده است که برخی از مؤلفه‌های توسعه حرفه‌ای مدیران گروه‌های آموزشی دانشگاه تهران در سطح پایین‌تر از حد متوسط قرار دارند.

در یک جمع‌بندی کلی باید بیان داشت که عدم سرمایه‌گذاری در توسعه حرفه‌ای معلمان برای ایجاد پایگاه دانش قوی، می‌تواند زمینه‌ساز عملکرد ضعیف دانش‌آموزان باشد، در این رابطه ضروری است که با سیاست‌گذاری جامع، تصمیمات لازم در زمینه کسب ویژگی‌ها و صلاحیت‌های حرفه‌ای که یک معلم برای ترویج و توسعه آموزش و یادگیری استم می‌بایست به منصفه ظهور برساند، اتخاذ گردد. دست‌یابی به این مهم بر عهده دانشگاه‌های تربیت معلم، بویژه دانشگاه فرهنگیان است که پیشنهاد می‌شود، الگوی پیشنهادی برای ارتقای سطح توسعه حرفه‌ای دانشجومعلم‌ان، مد نظر طراحان، مجریان و دست‌اندرکاران برنامه درسی تربیت معلم قرار گیرد. در این زمینه، اعمال اصلاحات در برنامه درسی رشته آموزش ابتدایی و جهت‌دهی آن به سمت و سوی آموزش و یادگیری استم‌محور می‌تواند در توسعه حرفه‌ای معلمان مؤثر واقع گردد. یکی از برنامه‌های درسی مهم دانشگاه فرهنگیان، برنامه درسی کارورزی است. در واقع این برنامه درسی، به‌عنوان ایجاد پلی میان نظریه و عمل در آموخته‌های آنان محسوب می‌گردد. با توجه به این‌که دانشجومعلم‌ان به اجرای دوره‌های کارورزی حرفه‌ای جهت کاربردی‌سازی آموخته‌های‌شان در راستای کسب شایستگی‌های لازم برای تدریس نیاز مبرم دارند، لذا گنج‌اندین برنامه کارورزی استم‌محور جهت دانشجومعلم‌ان در راستای توسعه حرفه‌ای آنان مهم و ضروری به‌نظر می‌رسد. اگرچه گنج‌اندین برنامه درسی کارورزی با رویکرد آموزش استم، نیازمند به بازنگری و اعمال اصلاحات در برنامه درسی کارورزی موجود را دارد، اما ضروری است به‌منظور توسعه حرفه‌ای معلمان، زمینه اجرای گام به گام این برنامه در مدارس مجری کارورزی فراهم آورده شود؛ همچنین با توجه به خلأ وجود الگوی کارورزی استم‌محور، تدوین یک الگوی جامع کارورزی استم‌محور با بررسی سوابق پژوهشی و همچنین انجام مصاحبه‌های عمیق با خبرگان این حوزه، می‌تواند در راستای تربیت معلم استم‌محور مؤثر واقع گردد. با توجه به ضرورت پیاده‌سازی برنامه آموزشی استم در مدارس در جهت تربیت دانش‌آموزان خلاق، مبتکر، کارآفرین و توانمند، همراهی و هم‌گامی معلمان در این راستا نیز اجتناب‌ناپذیر است. بدین سبب پیشنهاد می‌گردد که در وهله اول، یک مطالعه پیمایشی درخصوص سنجش نگرش، ادراکات و میزان آمادگی آنان از نظر مهارت‌های شغلی در زمینه برنامه آموزشی استم توسط محققین صورت پذیرد. در وهله بعدی، ضمن تشویق معلمان شاغل در نظام آموزشی کشور به توسعه حرفه‌ای، پیشنهاد می‌گردد که با برگزاری دوره‌های آموزشی کوتاه‌مدت و همچنین سمینارهای آموزشی، زمینه به‌روزرسانی دانش و مهارت آنان در روند آموزش یادگیری استم فراهم

آورده شود. این پژوهش با توجه به جدید بودن، با محدودیت‌هایی همچون کمبود پیشینه پژوهشی مرتبط با موضوع در داخل و همچنین عدم دسترسی به برخی از پایگاه‌های علمی خارج از کشور مواجه بوده است.

پیشنهادهای کاربردی

۱- پیشنهاد می‌شود برنامه‌ریزان و مجریان دانشگاه فرهنگیان دانشجومعلم‌ان را ابتدا با یادگیری استم‌محور در بستر دروس عملی مانند پژوهش و توسعه حرفه‌ای آشنا بسازند و به صورت تجربی آموزش دهند.

۲- پیشنهاد می‌شود برنامه‌ریزان و مجریان دانشگاه فرهنگیان یادگیری استم‌محور را در بستر دروس عملی مانند کارورزی‌ها و مهارت‌های تدریس استم‌محور را در ابعاد طراحی، مهارت‌های حرفه‌ای، فرایند یاددهی-یادگیری و مدیریت کلاس درس به دانشجومعلم‌ان آموزش دهند.

۳- پیشنهاد می‌شود برنامه‌ریزان درسی به تدوین برنامه‌های درسی تلفیقی در رشته‌های دیگر چون علوم اجتماعی، علوم انسانی و بقیه رشته‌های علوم پایه که ظرفیت استفاده از آموزش این شیوه یادگیری را دارند، اهتمام ورزند.

۴- توصیه می‌شود تصمیم‌سازان و برنامه‌ریزان دانشگاه فرهنگیان، کارگاه‌های آموزشی برای ارتقا و تقویت مهارت‌های تلفیق برنامه درسی استم‌محور را برای مجریان بویژه اساتید برگزار نمایند.

References

- Akaygun, S., & Aslan-Tutak, F. (2016). STEM images revealing stem conceptions of pre-service chemistry and mathematics teachers. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(1), 56-71 .
- Akran, S. K., & Asiroglu, S. (2018). Perceptions of Teachers towards the STEM Education and the Constructivist Education Approach: Is the Constructivist Education Approach Preparatory to the STEM Education? *Universal Journal of Educational Research*, 6(10), 2175-2186 .
- Anderson, R. E. (2008). Implications of the information and knowledge society for education. *International handbook of information technology in primary and secondary education*, 20, 5-22 .
- Asadollahi, F. (2022). On the Significance of Training Professional Teachers via Reflective Narrative Writing. *Journal of Teacher Professional Development*, 7(2), 81-102 . [In Persian]
- Askary, F., & Javādipour, M. (2023). Identifying the elements of the STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) curriculum in the primary education of Iran: a synthesis-research approach. *Educational Innovations*, 22(2), 191-220 . [In Persian]
- Badeleh, A. (2021). Identification of the Effective Factors on Promotion of Internship Conducting Quality and Evaluation of the Present Situation in the

- Farhangian University of Mazandaran Province. Educational and Scholastic Studies, 9(4), 7-35. [In Persian]
- Benken, B. M., & Stevenson, H. J. (2014). STEM education: Educating teachers for a new world. *Issues in Teacher Education*, 23(1), 3-9 .
- Berisha, F., & Vula, E. (2021). Developing pre-service teachers conceptualization of STEM and STEM pedagogical practices. Paper presented at the Frontiers in Education .
- BucZyuski, S., and Hansen, C. B. (2010). Impact of Professional Development on Teacher Practice: Uncovering Connections teaching and teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 26 (3), 599-607.
- Cetin, A., & Balta, N. (2017). Pre-service science teachers views on STEM materials and STEM competition in instructional technologies and material development course. *European Journal of Educational Research*, 6(3), 279-288 .
- Çevik, M. (2018). Investigating STEM Semantics and Perceptions of Engineer Candidates and Pre-Service Teachers: A Mixed Method Study. *International Journal of Educational Technology*, 5(2), 1-18 .
- Chesloff, J. (2013). STEM education must start in early childhood. *Education Week*, 32(23), 27-32 .
- Chiruguru, S. B., & Chiruguru, S. (2020). The essential skills of 21st century classroom (4Cs). Shingania University [https://www. ttps://www. researchgate. net/publication/340066140_The_Essential_Skills_of_21st_Century_Classroom_4Cs](https://www.researchgate.net/publication/340066140_The_Essential_Skills_of_21st_Century_Classroom_4Cs) .
- Çiftçi, A., Topçu, M. S., & Foulk, J. A. (2020). Pre-service early childhood teachers' views on STEM education and their STEM teaching practices. *Research in Science & Technological Education*, 40(2), 207-233 .
- Clarke, V., & Braun, V. (2006). Using Thematic Analysis in Psychology. *Qualitative Research Psychology*, 3(2), 123-140.
- Erdogan, I., & Ciftci, A. (2017). Investigating the Views of Pre-Service Science Teachers on STEM Education Practices. *International Journal of Environmental and Science Education*, 12(5), 10,1055-1065.
- Fakcharoenphol, W., Dahsah, C., & Wannagatesiri, T. (2022). Teacher professional development and education for STEM teaching in Thailand: challenges and recommendations. In *Concepts and Practices of STEM Education in Asia* (pp. 253-270): Springer.
- Farwati, R., Metafisika, K., Sari, I., Sitingjak, D. S., Solikha, D. F., & Solfarina, S. (2021). STEM education implementation in Indonesia: a scoping review. *International Journal of STEM Education for Sustainability*, 1(1), 11-32 .
- Fathoni, A., Muslim, S., Ismayati, E., Rijanto, T., & Nurlaela, L. (2020). STEM: Innovation in Vocational Learning. *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan*, 17(1), 33-42.
- Fathy. v. k (2022) the basic principles and concepts of curriculum. Tehran: Elm Ostad publication. [In Persian]

- Fazlali, F. (2023). Examining the Status of Professionalism and Organizational Commitment among English Teachers. *Journal of Teacher Professional Development*, 8(1), 65-84 . [In Persian]
- Firmin, M. W. (2008). Data Collection. In L. M. Given(Ed.), *The SAGE Encyclopedia of Qualitative Research Methods*(pp.191-193). Thousand Oakks, CA:SAGE Publications.Inc.
- Forde, E. N., Robinson, L., Ellis, J. A., & Dare, E. A. (2023). Investigating the presence of mathematics and the levels of cognitively demanding mathematical tasks in integrated STEM units. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 5(3), 1-18 .
- Gül, K. S., & Taşar, M. F. (2020). A review of researches on STEM in preservice teacher education. *Ilkogretim Online*, 19(2), 515-539 .
- Gashmardi, N. (2022). Teaching and learning experimental sciences for the 21st century. <https://civilica.com/doc/1594207>. [In Persian]
- Garet, M.S., Porter, A.C., Desimone, L., Bierman, B.F., and Yoon, K.S. (2001). What Makes Professional Development Effective Results From Antional sample of Teachers *American Education Research journal*, 38 (4), 915-945.
- Given, L. m., (Ed.). (2008). *The SAGE Encyclopedia of Qualitative Research Methods* (pp.191-193). Thousand Oakks, CA:SAGE Publications.Inc.
- Guskey, T.R. (2000). *Evaluating Professional Development* Thousand Oak, CA: Corwin Press.
- Grossman, P. L., & Richert, A. E. (1988). Unacknowledged knowledge growth: A Reexamination of the effects of teacher education. *Teaching & Teacher Education*, 4 (1), 53-62.
- Han, J., Kelley, T., & Knowles, J. G. (2021). Factors influencing student STEM learning: Self-efficacy and outcome expectancy, 21st century skills, and career awareness. *Journal for STEM Education Research*, 4(2), 117-137 .
- Hajipour, B., Motameni, A., Tayebi Abolhasani, A. (2017). Meta-synthesis of success factors for commercialize of products with advanced technology, *Innovation Management Journal*, 5(4), 19-54. [In Persian]
- hajkhozeymh, A., Abili, K., & pourkarimi, J. (2021). Designing and explaining the professional development model of the departments chairs of the University of Tehran based on a Lean approach. *Quarterly Journal of Training & Development of Human Resources*, 8(28), 91-114. [In Persian]
- Hossain, M. M., & G Robinson, M. (2012). How to motivate US students to pursue STEM (science, technology, engineering and mathematics) careers. *US-China Education Review A* 4, 442-451 .
- Hu, W., & Guo, X. (2021). Toward the development of key competencies: a conceptual framework for the STEM curriculum design and a case study .Paper presented at the *Frontiers in Education*.
- Hu, W., Guo, X. (2024). Construction and practice of STEM education system for primary and secondary schools. *Disciplinary and Interdisciplinary Education in STEM*, Springer, 81-101.

- Huang, B., Jong, M. S.-Y., Tu, Y.-F., Hwang, G.-J., Chai, C. S., & Jiang, M. Y.-C. (2022). Trends and exemplary practices of STEM teacher professional development programs in K-12 contexts: A systematic review of empirical studies. *Computers & Education*, 189, 104577 .
- Hurley, M., Butler, D., & McLoughlin, E. (2024). STEM Teacher Professional Learning Through Immersive STEM Learning Placements in Industry: a Systematic Literature Review. *Journal for STEM Education Research*, 7(1), 122-152 .
- Jafari, H., Abolghsemi, M., ghahramani, M., & khorasani, A. (2017). Model of Elementary Teachers Professional Development (Case study: Special Schools for Mentally Retarded Students in Tehran). *Quarterly of Psychology of Exceptional Individuals*, 7(25), 75-95. [In Persian]
- Kim, C., Kim, D., Yuan, J., Hill, R. B., Doshi, P., & Thai, C. N. (2015). Robotics to promote elementary education pre-service teachers' STEM engagement, learning, and teaching. *Computers & Education*, 91, 14-31 .
- khamr, H., fariborzi, E., & naseri, NS. (2023). Designing an empowerment model with the professional development approach of primary school teachers in Zabol city. 5(11), 3410-3433. [In Persian]
- Creswell, J. (2007). *Qualitative inquiry and research design* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Lange, A. A., Robertson, L., Tian, Q., Nivens, R., & Price, J. (2022). The effects of an early childhood-elementary teacher preparation program in STEM on pre-service teachers. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18(12), em2197 .
- Levy, F., & Murnane, R. (2005). *How computerized work and globalization shape human skill demands*. Cambridge, MA: Harvard University, Department of Urban Studies and Planning .
- Lo, C. K. (2021). Design principles for effective teacher professional development in integrated STEM education. *Educational Technology & Society*, 24(4), 136-152 .
- National Research Council. (2011). *Successful K-12 STEM education: Identifying effective approaches in Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. Washington, DC: National Academy Press.
- Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J., & Vílchez-González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*, 103(4), 799-822 .
- Maiorca, C., Martin, J., Burton, M., Roberts, T., Tripp, L. O. (2023). Model-Eliciting Activities: Pre-Service teachers' perceptions of integrated STEM. *Education Sciences*, 12(12), 1247.
- Marshall, C. Rossman, G.B. (1995). *Designing Qualitative Research*. Parsaeyan, A. Erabi, Seyed, M. (1377). *Daftar pajuohesh hi Farhangyan*.
- Naderi, Ezzatollah, Hajizad, Mohammad, Shariatmadari, Ali, Seif Naraghi, MMaryam. (1389). *reviewing and comparison professional skills of base science*

- and human science teachers of Middle School in beshar city in order to present qualitative reinforcements method of these skills. <https://sid.ir/paper/95817/fa>
- Menon, D., Shorman, D. A., Cox, D., & Thomas, A. (2023). Preservice elementary teachers conceptions and self-efficacy for integrated STEM. *Education Sciences*, 13(5), 529 .
- Mohamad Hasim, S., Rosli, R., Halim, L., Capraro, M. M., & Capraro, R. M. (2022). STEM professional development activities and their impact on teacher knowledge and instructional practices. *Mathematics*, 10(7), 1109 .
- Mohammadpur, A.(2013). qualitative research method: method Anti- Method. 2.th Ed. Tehran: Jamehshenasan press. [In Persian]
- Moore, T. J., & Smith, K. A. (2014). Advancing the state of the art of STEM integration. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 15(1), 5-10 .
- Morado, M. F., Melo, A. E., & Jarman, A. (2021). Learning by making: A framework to revisit practices in a constructionist learning environment. *British Journal of Educational Technology*, 52(3), 1093-1115 .
- Motallebinezhad, A., Yosofian, P., Abbasy Motlagh, F., & Movajjah, S. (2023). The Relationship Between Teachers' Professional Development and Psychological Ability with Their Effective Teaching Method. *Journal of Teacher Professional Development*, 8(1), 85-97 . [In Persian]
- Muchtar, A. H., & Ding, L. (2024). Integrated STEM Education in Indonesia: What Do Science Teachers Know and Implement? *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia (Indonesian Journal of Science Education)*, 12(1), 232-246 .
- Mumcu, F ., Atman Uslu, N., & Yildiz, B. (2022). Investigating Teachers' Expectations from a Professional Development Program for Integrated STEM Education. *Journal of Pedagogical Research*, 6(2), 44-60 .
- Noori, A., & Mehrmohammadi, M. (2012). A model for applying Grounded Theory in educational studies, *Journal of Curriculum Studies*, 6(23), 8-35. [In Persian]
- O'Neill, T., Yamagata, L., Yamagata, J., & Togioka, S .(2012). Teaching STEM means teacher learning. *Phi Delta Kappan*, 94(1), 36-40 .
- Pearson, G. (2017). National academies piece on integrated STEM. *The Journal of Educational Research*, 110(3), 224-226 .
- Pimthong, P., & Williams, J. (2020). Preservice teachers' understanding of STEM education. *Kasetsart Journal of Social Sciences*, 41, 289-295 .
- Rinke, C. R., Gladstone-Brown, W., Kinlaw, C. R., & Cappiello, J. (2016). Characterizing STEM teacher education: Affordances and constraints of explicit STEM preparation for elementary teachers. *School Science and Mathematics*, 116(6), 300-309 .
- Roehrig, G. H., Dare, E. A., Ellis, J. A., & Ring-Whalen, E. (2021). Beyond the basics: A detailed conceptual framework of integrated STEM. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 3, 1-18 .
- Schmidt, M., & Fulton, L. (2016). Transforming a traditional inquiry-based science unit into a STEM unit for elementary pre-service teachers: A view from the trenches. *Journal of Science Education and Technology*, 25, 302-315 .

- Schmidt, M., & Fulton, L. (2017). Lessons learned from creation of an exemplary STEM unit for elementary pre-service teachers: A case study. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 36(2), 189-204 .
- Shulman, L.S, (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Research*, 15(3) 4–14.
- ShiraziNejad, A., Saeidian Khorasgan, N., & Shahtalebi Hosseinabadi, B. (2022). Providing a model of effective factors on professional development of Iranian school principals. *Jundishapur Education Development Journal*, 13, 142-157. [In Persian]
- Sumen, O. O., & Calisici, H. (2016). The Associating Abilities of Pre-Service Teachers Science Education Program Acquisitions with Engineering According to STEM Education. *Journal of Education and Practice*, 7(33), 117-123 .
- Sümen, Ö. Ö., & Çalisici, H. (2016). Pre-Service Teachers' Mind Maps and Opinions on STEM Education Implemented in an Environmental Literacy Course. *Educational sciences: Theory and practice*, 16(2), 459-476 .
- Sungur-Gul, K., & Tasar, M. F. (2023). The design, implementation, and evaluation of a STEM education course for pre-service science teachers. *Journal of Education in Science Environment and Health*, 9(2), 85-100 .
- Sungur Gül, K., & SAYLAN KIRMIZIGÜL, A. (2023). Algodoo based STEM education: A case study of pre-service science teachers. *Education and Information Technologies*, 28(4), 4203-4220 .
- Tang, K. S., & Williams, P. J. (2019). Context and Implications Document for: STEM literacy or literacies? Examining the empirical basis of these constructs. *Review of Education*, 7(3), 698-700 .
- Naderi, Ezzatollah, Hajizad , Mohammad, Shariatmadari , Ali, Seif Naraghi, MMaryam.(1389). reviewing and comparison professional skills of base science and human science teachers of Middle School in beshar city in order to present qualitative reinforcements method of these skills. <https://sid.ir/paper/95817/fa>
- Tekin, Ö. G., & Şan, İ. (2023). Teachers' basic knowledge level of STEM education. *African Educational Research Journal*, 11(4).
- Tenenhaus, M., Amato, S., & Esposito Vinzi, V. (2004). A global goodness-of-fit index for PLS structural equation modelling. Paper presented at the Proceedings of the XLII SIS scientific meeting.
- Thornhill-Miller, B., Camarda, A., Mercier, M., Burkhardt, J.-M., Morisseau, T., Bourgeois-Bougrine, S., . . . Mourey, F. (2023). Creativity, critical thinking , communication, and collaboration: assessment, certification, and promotion of 21st century skills for the future of work and education. *Journal of Intelligence*, 11(3), 54 .
- Toma, R. B., Yáñez-Pérez, I., & Meneses-Villagr a, J.  . (2024). Towards a Socio-Constructivist Didactic Model for Integrated STEM Education. *Interchange*, springer, 1-17 .
- Türk, N., Kalayci, N., Yamak, H. (2018). New trends in higher education in the globalizing world: STEM in teacher education. *Universal journal of educational research*, 6(6), 1286-1304.

- Tytler, R. (2020). STEM education for the twenty-first century. Integrated approaches to STEM education: An international perspective, 21-43 .
- Uştu, H., Saito, T & ,Mentiş Taş, A. (2022). Integration of Art into STEM education at primary schools: An action research study with primary school teachers. Systemic Practice and Action Research, 35(2), 253-274 .
- Velychko, V., Kaydan, N., Fedorenko, O., & Kaydan, V .(۲۰۲۲) .Training of practicing teachers for the application of STEM education. Paper presented at the Journal of Physics: Conference Series.
- Verloop,N.,Driel,J.V., and Meijer, P.)(2001).Teacher Knowelege and The Knowledge base of Teaching . International of Education Research,35,441-461.
- Voogt, J., & Roblin, N. P. (2010). 21st century skills discussion paper. University of Twente, 10, iv, 56 p .
- Yang, D & ,Baldwin, S. J. (2020). Using technology to support student learning in an integrated STEM learning environment. International Journal of Technology in education and science .
- Yıldırım, B., Akcan, A. T., & Öcal, E. (2022). Teachers' perceptions and STEM teaching activities: Online teacher professional development and employment. Journal of Baltic Science Education, 21(1), 84-107 .
- Wetzels, M., Odekerken-Schröder, G., & Van Oppen, C. (2009). Using PLS path modeling for assessing hierarchical construct models: Guidelines and empirical illustration. MIS quarterly, 177-195.