



Design, development and validation of inquiry-based science education with a technology approach in education

Alireza Badeleh ¹, Nooshin Gashmardi ^{2,*}, Salma Ehsani Tilami ³

¹ Department of Educational Sciences, Farhangian University, P.O. Box 14665-889 Tehran, Iran.

² Department of Biology Education, Farhangian University, P.O. Box 14665-889 Tehran, Iran.

³ Department of Chemistry Education, Farhangian University, P.O. Box 14665-889, Tehran, Iran

* Corresponding author: (✉) m.gashmardi@cfu.ac.ir

ABSTRACT

Background and Objectives: The change in teaching and learning approaches to science through inquiry-based methods and the application of technology can improve student motivation. Therefore, the aim of this study was to identify the components of science education using the inquiry-based method with a technology-oriented approach in education. **Methods:** Qualitative research method was conducted based on grounded theory, using snowball sampling. Data reached theoretical saturation after 18 interviews with Farhangian University professors. Data were collected using semi-structured interviews and analyzed using the thematic analysis method of Depoy and Gitlin. The quantitative research method was descriptive using survey study; the researcher created a questionnaire as a research tool, and the statistical population consisted of primary school teachers (N=113), selected via simple random sampling. **Findings:** Qualitative data were analyzed through interviews during the open, central, and selective coding, revealing 13 elements across 4 dimensions (logical thinking, lifelong independent learning, technology-based approaches, development of content, and pedagogical knowledge) and 9 components (development of skills, promotion of scientific thinking, gradual acquisition of knowledge, acquisition of a wide range of abilities, development of virtual laboratory infrastructures, development and equipping of real laboratories, role of professors in reflective teacher training, foundation for learning new teaching methods, and architecture of teacher training curriculum). Quantitative data analysis utilized structural equation modeling and one-sample t-tests. **Conclusion:** The construct validity and reliability were confirmed through factor loadings, Cronbach's alpha, composite reliability, and convergent validity, and overall model fit via the GOF criteria. Therefore, the adoption of this model is recommended to improve the quality of education and learning in teaching science.

Keywords: Education, Inquiry method, Technology approach, Science, Pattern design.

RESEARCH ARTICLE

Received: 20 October 2024

Revised: 06 December 2024

Accepted: 23 December 2024

Published online: 23 December 2024

Print ISSN: [3041-9271](#)

ISSN (Online): [2717-2279](#)

Extended Abstract

Citation: Badeleh, A.; Gashmardi, N.; Ehsani Tilami, S. (2025). Design, development and validation of inquiry-based science education with a technology approach in education. *Research in Chemistry Education*, 7(2), 120-158.

 <https://doi.org/10.48310/chemedu.2024.17451.1275>



© The author(s)
Publisher: Farhangian University



Introduction

The constructivist approach assumes posits that students build their knowledge through active interaction with the environment and hands-on experiences, thus gaining a deeper understanding of concepts (Schunk, 2012). In this process, the inquiry-based method plays a crucial role in developing critical thinking and problem-solving skills by encouraging students to ask questions and conduct scientific experiments (Bazlaci, 2022). Educational technologies such as simulations and virtual labs enable both teachers and students to effectively implement these methods in digital and interactive environments, which enrich learning experiences and enhance the understanding of scientific concepts (Harris Hofer, 2023). With the advancement of information and communication technologies for education, emerging educational tools and assistants including learning management systems, discussion forums, online testing systems (Godesk Muller, 2024), and artificial intelligence tools and assistants (Fatriyeh, 2021) have entered the education field, transformed the teaching and learning process, especially in the field of science education. Researchers argue that the integration of educational technologies into inquiry-based learning provides opportunities to enhance student interest and motivation, foster a deeper understanding of scientific concepts, reduce cognitive load, and strengthen research skills (Matos Zenin, 2021; Giorgio et al., 2021; Becker et al., 2020; Hsiao et al., 2017). In this context, Becker et al. (2020) believe that technological advancements can enrich inquiry-based teaching and learning environments by using multimedia content. Wang et al. (2010) emphasized that modern educational technologies can be used to enrich problem-solving contexts in inquiry-based education and facilitate the utilization of innovations and creativity while supporting learners' cognitive and metacognitive processes. Vogel et al. (2010) stated that the potential benefits of using sensor and mobile technologies with real-time data and location-based infographics could increase student engagement and enable them to conduct scientific inquiry and analysis in new ways. Given the conducted reviews and the lack of comprehensive research addressing the components of science education through the inquiry-based method with a technological approach, this study aims to design and develop an educational model based on these approaches and validate it to contribute to improving the quality of science education.

Methodology

This study was conducted within the framework of a mixed-methods research approach. Initially, the qualitative phase was based on grounded theory using an inductive method. In this research, semi-structured interviews were used to collect data for the qualitative section. Accordingly, interview questions were developed and, after a process of validity confirmation in terms of form and content, the final version of the interview protocol was prepared. However, during the interviews, additional questions were asked based on the experts' responses. The target population for the qualitative section consisted of professors, faculty members, and instructors of sciences, as well as professors in the fields of educational sciences, psychology, and information technology at Farhangian University, with extensive professional experience. The qualitative phase was sampled using a convenient sampling method. The first expert identified was someone who had taught in related fields at Farhangian University for many years. The snowball sampling method was then used to identify additional experts. Data collection was conducted through focus group interviews. The interview process continued until the 18th participant, and because of saturation and repetition of speech signs and expressed concepts in the final three interviews, the interview process was concluded. Data analysis was performed using the thematic analysis method proposed by Depuy and Gitlin (2005), which includes six stages: familiarization with the data, coding, searching for themes, organizing themes, reviewing themes, defining and naming themes, and writing up the findings. To ensure the reliability of the data collection tools, recoding by the researcher and a second coder was performed, resulting in an inter-coder reliability coefficient of 0.91 and a recoding reliability coefficient of 0.79. To verify the tools, we employed prolonged engagement, peer debriefing, and expert review by knowledgeable individuals.

Results and Discussion

Initially, 356 open codes were obtained, and based on the aforementioned analysis method, themes emerged from the opinions and experiences of the interviewees. Then, through rereading and reviewing the codes, redundant codes were eliminated and merged. After axial coding of the identified codes, 13 elements (4 dimensions and 9 components) and 1 main theme were identified and explained. One of these dimensions is logical thinking. This dimension includes two components: the development of skills and the promotion of scientific thinking. The ability to think logically is essential for every individual to solve various complex problems because the most effective solution to overcoming the challenges and complexities of real life is

provided through logical thinking. In the context of science education, this curriculum, with an emphasis on hypothesis generation, identifying and controlling variables, and reasoning from data, provides a tool that enables students to think logically about everyday events and phenomena to overcome real-life problems and solve them practically (Shafina et al., 2020; Parmian et al., 2017; Sezen Bulbul, 2011). Moreover, in the field of sciences, there are also abstract concepts, for instance, many physiological concepts, that require students' ability to think logically to better understand these subjects (Kimmer, 2012).

These topics have led to one of the learning goals of sciences being the empowerment of students' logical thinking abilities (Parmian et al., 2017). In line with this study, Hedayat and colleagues (2024) stated that to improve logical thinking, various innovative practical approaches must be developed. The results of the study by Dowran and Dukmeh (2016) indicated that the integration of technology with inquiry-based learning had significant effects on the logical thinking skills of students. Another dimension of the paradigm model is the aspect of lifelong independent learners. This dimension also consists of two components: the process of gradual knowledge acquisition and the acquisition of a broad range of skills. The occurrence of the scientific-technological revolution has highlighted the deficiencies of some common educational methods in the world of education (Toshling Engman, 2006). In such situations, acquiring skills such as independent and lifelong learning, problem-solving, and decision-making in complex situations in educational systems is of higher priority (Saraji, 2012). Given that the goal of science education is to provide conditions under which learners develop the ability to independently acquire scientific literacy throughout their lives—commonly known as lifelong learning—it follows that in this study, one of the dimensions of the proposed model is the aspect of lifelong independent learners. Another dimension of the paradigm model is the technology-based approach. This dimension also includes two components: the development of virtual laboratory infrastructure and the development and equipping of real laboratories. Modern educational technologies create opportunities for improving learning and teaching activities. The use of this technology activates both teachers and students (Sultanova Saadallah, 2024; Gao, 2021). Today's society requires competent teachers with both scientific and technical abilities who can design the educational process using modern educational technologies and work toward professional development by acquiring the necessary competencies in the use of these technologies. The final dimension of the paradigmatic model of this research is the development of content knowledge and pedagogy. This dimension consists of three components: the role of teachers in training thoughtful teachers, the facilitation of learning modern teaching methods, and the design of teacher preparation curricula. Teachers' professional development plays a key role in strengthening teaching methods, educational strategies, and classroom management skills (Watneh et al., 2020). Teachers can better meet the diverse needs of their students and create more conducive learning environments by continuously improving their knowledge and techniques (Vali et al., 2019). They can integrate innovative teaching strategies and keep up with emerging educational trends (Alwaily et al., 2023). In line with the present study, Beard and Alexander (2020), Cavendish et al. (2021), and Peckdag et al. (2021) stated that in education, the interaction between the classroom environment, teacher professional development, and student academic performance is a central relationship that impacts educational outcomes. In the paradigmatic model of this research, it was shown that to achieve effective science education through an inquiry-based approach with a technological perspective, teacher professional development, from the perspective of content knowledge and pedagogy, must be considered by educational authorities (Fig. 1).

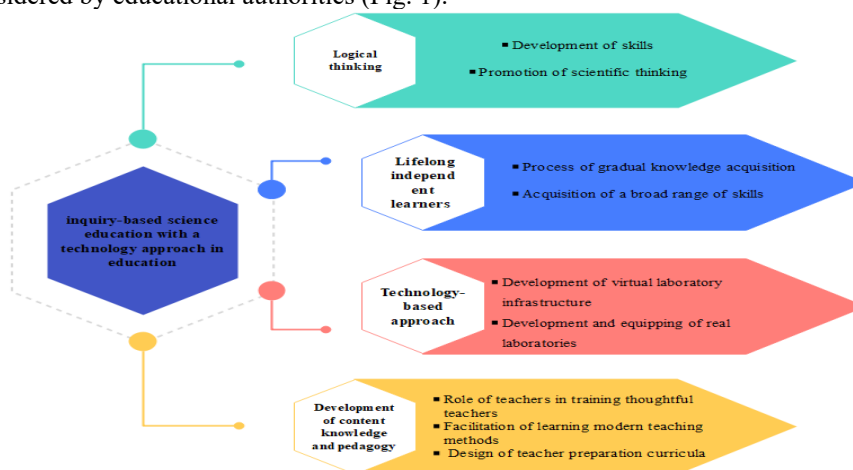


Fig. 1- Paradigmatic Research Model; inquiry-based science education with a technology approach in education

In the second phase of the present study, to validate the inquiry-based science education method with a technological approach, a questionnaire based on the developed model was designed and distributed through simple random sampling among a sample size of (113) participants. The model's goodness - of - fit was analyzed using confirmatory factor analysis. After model refinement, the results showed that the factor loadings between the questionnaire items and their corresponding latent variables were highly significant and correlational. Additionally, Cronbach's alpha values, composite reliability, convergent validity, significance coefficients, and R^2 values all fell within acceptable ranges. Furthermore, the overall model fit was assessed using the Goodness of Fit (GOF) index, which yielded a value of 0.7, indicating a strong model fit and confirming the model's overall acceptable quality. Therefore, it can be concluded that the paradigmatic model of the research, consisting of 13 elements (4 dimensions and 9 components), is validated. To measure the level of variables and examine internal factors, a t-test was used, and the results showed that the mean values of all variables were above the test value (test value = 4). In alignment with this study, in the quantitative phase of Shamiyan and Badeleh (2023) and Gashmardi and Asadollahi (2024), a researcher-developed questionnaire based on interviews was employed, and structural equation modeling was used to validate the model, thereby confirming the proposed model.

Conclusions

Ultimately, the most significant achievements of this study involve understanding the roles that the integration of educational technologies with the inquiry-based method can play in the teaching of sciences. The inquiry-based method with technology demonstrates considerable potential, such as the availability of resources and the teacher's readiness to maximize its effectiveness in teaching sciences. However, the most influential variable in the teaching-learning process is the teacher. Technologies are only as powerful as the way they are used, and it is the teacher who drives the learning process in the classroom by selecting the most effective method. Based on the results obtained, the use of this model is recommended to enhance the quality of teaching and learning in science education. However, comprehensive planning for the professional development of teachers, both pre-service (while studying at teacher training universities such as the University of Farhangian and the Shahid Rajaei University) and in-service (through short-term training courses, workshops, and seminars), can contribute significantly to achieving an effective teaching and learning process in sciences. Furthermore, the development of hardware and software infrastructure to support teachers' tireless efforts in training future generations for the Islamic Republic of Iran is emphasized. In addition, the researchers suggest that the incorporation of modern technologies (especially artificial intelligence) into studies can significantly contribute to further research in this field.

پژوهش در آموزش شیمی، سال هفتم، شماره دوم، صفحات ۱۵۸-۱۲۰



پژوهش در آموزش شیمی

<https://chemedu.cfu.ac.ir>


طراحی، تدوین و اعتباریابی آموزش علوم تجربی مبتنی بر روش کاوشگری با رویکرد فناوری در آموزش

علی‌رضا بادله^۱، نوشین گشمردی^۲، سلمی احسانی تیلیمی^۳^۱ گروه آموزش علوم تربیتی، دانشگاه فرهنگیان، صندوق پستی ۱۴۶۶۵-۸۸۹، تهران، ایران^۲ گروه آموزش زیست شناسی، دانشگاه فرهنگیان، صندوق پستی ۱۴۶۶۵-۸۸۹، تهران، ایران^۳ گروه آموزش شیمی، دانشگاه فرهنگیان، صندوق پستی ۱۴۶۶۵-۸۸۹، تهران، ایران* نویسنده مسئول: m.gashmardi@cfu.ac.ir (✉)

چکیده

پیشینه و اهداف: تغییر در راهبردهای آموزش و یادگیری درس علوم تجربی با استفاده از روش تدریس کاوشگری و با به کارگیری فناوری می‌تواند، انگیزه دانش‌آموزان را ارتقا بخشد، لذا هدف پژوهش، شناسایی مؤلفه‌های آموزش علوم تجربی به روش کاوشگری با رویکرد فناوری در آموزش بود. **روش‌ها:** در بخش کیفی، روش تحقیق، داده‌بنیاد بود که به روش نمونه‌گیری گلوله‌برفی، ۱۸ مصاحبه با استادان دانشگاه فرهنگیان تا رسیدن به اشباع نظری، به عمل آمد. برای جمع‌آوری داده‌ها؛ از مصاحبه نیمه‌ساختاریافته و برای تحلیل داده‌ها از روش مضمون دپوی و گیتلین استفاده شد. در بخش کمی، روش تحقیق توصیفی-پیمایشی، ابزار پژوهش پرسش‌نامه محقق‌ساخته (برگرفته از تحلیل محتوای کیفی) و جامعه آماری آموزگاران دوره ابتدایی (استان‌های بوشهر و مازندران) با حجم نمونه ۱۱۳ نفر (انتخاب‌شده به روش نمونه‌گیری تصادفی ساده) بود. **یافته‌ها:** در مرحله کیفی با تجزیه و تحلیل داده‌ها با کدگذاری باز، محوری و انتخابی مصاحبه‌ها، ۱۳ عنصر؛ ۴ بُعد (تفکر منطقی، یادگیرندگانی مستقل مادام‌العمر، رویکرد مبتنی بر فناوری، توسعه دانش محتوایی و پداگوژی) و ۹ مؤلفه (توسعه مهارت‌ها، ترویج تفکر علمی، فرایند کسب تدریجی دانش، کسب مجموعه گسترده‌ای از توانایی‌ها، توسعه زیرساخت‌های آزمایشگاه‌های مجازی، توسعه و تجهیز آزمایشگاه‌های حقیقی، نقش استادان در تربیت معلم فکور، بسترسازی فراگیری روش‌های نوین تدریس و معماری برنامه درسی تربیت معلم) شناسایی و تبیین شد. در مرحله کمی، برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، از مدل معادلات ساختاری و آزمون تی-تست از نوع تک‌نمونه استفاده شد. **نتیجه‌گیری:** پایایی و روایی سازه‌ها، با استفاده از ضرایب بارهای عاملی، آلفای کرونباخ، پایایی ترکیبی و روایی همگرا و برازش کلی مدل توسط معیار GOF تأیید گردید، لذا استفاده از این الگو در جهت کیفیت‌بخشی به آموزش و یادگیری درس علوم تجربی پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: آموزش، روش کاوشگری، رویکرد فناوری، علوم تجربی طراحی الگو.

مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۷/۲۹

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۹/۱۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۰/۰۳

تاریخ انتشار آنلاین: ۱۴۰۳/۱۰/۰۳

شاپا چاپی: ۳۰۴۱-۹۲۷۱

شاپا الکترونیکی: ۲۷۱۷-۲۲۷۹



ارجاع: بادله، علی‌رضا؛ گشمردی، نوشین؛ احسانی تیلیمی، سلمی (۱۴۰۳). طراحی، تدوین و اعتباریابی آموزش علوم-تجربی مبتنی بر روش کاوشگری با رویکرد فناوری در آموزش. پژوهش در آموزش شیمی، ۷(۲)، ۱۵۸-۱۲۰.

<https://doi.org/10.48310/chemedu.2024.17451.1275>

© نویسندگان.

ناشر: دانشگاه فرهنگیان



مقدمه

در دنیای معاصر، آموزش علوم تجربی به‌ویژه در مدارس، تحت تأثیر فناوری‌های نوین دچار تحولات چشمگیری شده است. رویکرد سازنده‌گرایی بر این فرض استوار است که دانش‌آموزان از طریق تعامل فعال با محیط و تجربیات عملی، دانش خود را می‌سازند و درک عمیقی از مفاهیم پیدا می‌کنند (شونک^۱، ۲۰۱۲). در این فرآیند، روش کاوشگری با تشویق دانش‌آموزان به طرح سؤالات و انجام آزمایش‌های علمی، نقش اساسی در توسعه تفکر انتقادی و حل مسئله ایفا می‌کند (بازلایس^۲، ۲۰۲۲). فناوری‌های آموزشی مانند شبیه‌سازی‌ها و آزمایشگاه‌های مجازی، به معلمان و دانش‌آموزان این امکان را می‌دهند که این روش‌ها را به طور مؤثر در محیط‌های دیجیتال و تعاملی پیاده‌سازی کنند، که موجب غنی‌تر شدن تجربیات یادگیری و درک بهتر مفاهیم علمی می‌شود (هریس و هوفر^۳، ۲۰۲۳). بدین سبب این تحقیق در تلاش است تا مدلی آموزشی مبتنی بر این رویکردها، طراحی و تدوین کرده و آن را اعتبارسنجی نماید تا به ارتقای کیفیت آموزش علوم تجربی کمک کند.

آموزش علوم تجربی به معنای آماده‌سازی دانش‌آموزان برای جهانی ایستا و ثابت نیست؛ بلکه به آمادگی آنان برای تفسیر و درک بهتر دنیای در حال تغییر پیرامون خود مربوط می‌شود (شمس‌الدین^۴ و همکاران، ۲۰۱۳)؛ از طرفی دیگر، با توجه به توسعه فزاینده فناوری‌ها در قرن بیست و یکم و همچنین نیاز دانش‌آموزان به فراگیری مهارت‌های مورد نیاز این قرن، آموزش علوم تجربی به امری ضروری و مهم تبدیل گردیده است. لذا جهت نیل به این اهداف مهم، نظام‌های آموزشی همواره تلاش می‌کنند تا با استفاده از رویکرد یاددهی - یادگیری متناسب با اصول و انتظارات برنامه‌های درسی، اهداف و محتوا را به درستی به مخاطبان انتقال دهند (ملکی آوارسین و مصطفی‌پور، ۱۳۹۴). یکی از مکاتب فکری در زمینه یاددهی - یادگیری، رویکرد سازنده‌گرایی است. سازنده‌گرایی پارادایم نوینی در عرصه روانشناسی شناختی است که مفهوم زیربنایی آن، این است که دانش توسط فراگیر با عنایت به دانش و تجارب پیشین خود در موقعیت جدید ساخته می‌شود (مؤمنی‌مهمویی و کرمی، ۱۳۸۶). از آنجایی که این رویکرد شبیه موقعیت‌های زندگی واقعی خارج از آموزشگاه و به صورت عینی و واقعی هستند؛ لذا امکان کشف فعال، کاوشگری و آزمایش و همچنین فرصت ساماندهی و بازسازی ادراکات خود در جهت حل مسائل علمی در اختیار فراگیران قرار می‌گیرد (مجاهد و همکاران، ۱۳۹۲).

¹ Schunk² Bazelaïs³ Harris & Hofer⁴ Shamsudin

به‌طور کلی، کاوشگری علمی که بر یادگیری فعال، نوآوری و طرح سؤال‌های کنجکاوانه علمی تأکید دارد، فراگیرنده را تشویق می‌نماید تا با روش گالیله‌ای به تجربه، مشاهده و آزمایش بپردازد و این‌گونه بر دانش خود بیفزاید (صدرالاشرفی و همکاران، ۱۳۹۰)؛ زیرا یادگیری مبتنی بر کاوشگری متکی بر این واقعیت است که علم اساساً یک فرایند سؤال‌محور و بسیط برای ایجاد چارچوب‌های مفهومی منسجم با قابلیت پیش‌بینی است و فراگیران با استفاده از تجارب شخصی باید در تحقیقات علمی مشارکت فعال داشته باشند و بدین‌ترتیب با جنبه‌های اساسی علم‌آموزی آشنایی لازم پیدا نمایند (لین^۱ و همکاران، ۱۹۹۶). دامنه راهبردهای مفید این رویکرد نیز بسیار وسیع و گسترده است. چون در رویکرد کاوشگری، فراگیران تحت یک نظم منطقی به منظور رویاروشدن مستقیم با فرآیندهای علمی، آزادانه به کنجکاوی، پرسش و آزمایش می‌پردازند و اطلاعات لازم را جمع‌آوری و سازماندهی می‌کنند؛ بدین‌سبب هدف از این رویه نیز مستقل بارآوردن یادگیرنده است (ادیب‌نیا، ۱۳۸۹؛ آقازاده، ۱۳۸۴). در ضمن مهارت‌های کلی کاوشگری را مشتمل بر مهارت‌هایی مانند؛ جمع‌آوری اطلاعات اولیه، تشکیل مفاهیم، پژوهش و بازنگری، حل مسئله، ایجاد ارتباط و گزارشگری و تفکر انتقادی، قلمداد می‌نمایند (صدرالاشرفی، ۱۳۹۰).

در همین رابطه لولین^۲ (۲۰۰۲) کاوشگری را به‌عنوان یادگیری پژوهش محور توصیف می‌کند؛ جایی که اصول سازنده-گرایی به‌عنوان پایه‌ای برای درک عملی کاوشگری قلمداد می‌گردد. همچنین جوینس بروس و همکاران (۲۰۰۴) مراحل تدریس الگوی کاوشگری را در پنج مرحله مشتمل بر رویارویی با مسئله، گردآوری داده‌ها و تأیید درستی آن‌ها، گردآوری داده‌ها - آزمایشگری، سازماندهی و بیان عبارت قانون‌مند و تحلیل فرایند کاوشگری تلقی می‌نمایند و کنستانتینو^۳ و همکاران (۲۰۱۸) نیز کاوشگری را فرایند قصدی نظام‌مند و هدف‌دار در جهت شناخت موقعیت‌ها، تشخیص مسئله، بررسی سنجش‌گرایانه آزمایش‌ها و تشخیص جایگزین‌ها، طراحی پژوهش‌ها، بررسی حدس و گمان‌ها، جستجوی اطلاعات، ساخت مدل‌ها، بحث و گفتگو با همسالان با استفاده از شواهد و بازموها و تشکیل استدلال‌های منسجم می‌دانند. در ضمن گرانات^۴ (۲۰۱۶) یک مدل شش بعدی در توصیف ویژگی‌های آموزش مبتنی بر کاوشگری شامل منشأ پرسش علمی، ماهیت مسئله، نقش دانش‌آموز در انجام پژوهش، مدیریت دیدگاه‌های متنوع دانش‌آموزان، نقش و جایگاه مناظره-های منطقی و تبیین اهداف معلم پیشنهاد می‌کند.

اگرچه انواع و سطوح مختلفی از آموزش و یادگیری مبتنی بر کاوشگری در دسترس است؛ اما به‌طور گسترده‌ای در بین دانشمندان توافق شده است که آموزش مبتنی بر کاوشگری یک تلاش سازمان‌یافته و هدفمند از سوی معلم برای

¹ Linn

² Llewellyn

³ Constantinou

⁴ Grangeat

ترغیب دانش‌آموزان در جهت یادگیری مبتنی بر کاوشگری است (جشکوا^۱ و همکاران، ۲۰۱۱). مهمترین رویکرد در این روش، تأکید بر تغییر نقش معلم از توزیع‌کننده دانش به تسهیل‌گر یا راهبر برای پشتیبانی از یادگیری دانش‌آموزان است و روش تدریس در این رویکرد، فرآیند متعاملی دارد که در آن، معلم و دانش‌آموز به راحتی با یکدیگر همکاری می‌کنند و دانش‌آموز نیز از گیرنده غیرفعال به یادگیرنده خویش‌راهر تبدیل می‌گردد (آقازاده، ۱۳۸۴؛ جشکوا و همکاران، ۲۰۱۱؛ آندرسون^۲، ۲۰۰۲). در این راستا، ویندشیتل^۳ (۲۰۰۲) نیز معتقد است در مقوله آموزش مبتنی بر کاوشگری، نقش معلم از محوری بودن به راهنمایی که دانش‌آموزان را در جهت ارائه سؤالات هدایت‌شده فراتر از فرایندهای فعلی خود در راستای تفکر خردمندانه همراهی می‌نماید، تبدیل می‌گردد و بیکر و لیوا^۴ (۲۰۰۳) هم بیان می‌دارند که در روش آموزش مبتنی بر کاوشگری، معلم فرآیند مناظره منطقی را تسهیل می‌کند و به دانش‌آموزان کمک می‌نماید تا بر داده‌ها و حقایق علمی متمرکز شوند. شایان ذکر است که انجام روش کاوشگری یاریگر دانش‌آموزان در فرایند کسب دانش و آگاهی از نقش تصمیم‌گیری برای انتخاب فرضیه‌ها، درک فرایند تولید علم و قوانین آن، آشنایی بهتر با پدیده‌ها، آموزش کم و کیف برخورد از طریق روش‌های علمی با آن پدیده‌ها و همچنین آشنایی با نظم، طبقه‌بندی و سازماندهی است (بختیار نصرآبادی و نوروزی، ۱۳۸۴). به‌طور کلی، هدف آموزش به روش کاوشگری، تدریس قواعد تئوری‌های موجود و ترغیب دانش‌آموزان به ابداع قواعد و تئوری‌های جدید است (صفوی، ۱۳۷۸).

کاوشگری در زمینه آموزش علوم تجربی دارای سابقه طولانی و پیچیده‌ای است. اصطلاح «کاوشگری» بر ایده‌های مربیان بزرگی مانند دیویی (۱۹۹۶)، برونر (۱۹۶۰)، ریچارد ساچمن (۱۹۹۶)، شواب (۱۹۶۰) و هرون (۱۹۷۱) استوار است (صدرالاشرفی، ۱۳۹۰؛ کنسانتیو، ۲۰۱۸). در تئوری ساچمن (۱۹۹۶) نیز جوهر و اساس الگوی کاوشگری این است که دانش‌آموزان از طریق معلم، کاوش علمی را بیاموزند (صفوی، ۱۳۷۸). برخلاف آموزش سنتی، در یادگیری مبتنی بر کاوشگری، دانش‌آموز در مرکز ثقل یادگیری قرار دارد و هم معلم و هم دانش‌آموز شریک بحث برابر می‌گردند (هایندل و نادر^۵، ۲۰۱۸). در آموزش علوم تجربی مبتنی بر روش کاوشگری، حس کنجکاوی دانش‌آموزان برانگیخته می‌شود و فراگیران را قادر می‌سازد تا یک سؤال پژوهشی درباره یک موضوع علمی مورد علاقه خود تنظیم کنند. پس از آن، درباره سؤال پژوهشی مورد نظر، تحقیق خود را تکمیل کرده و نتیجه‌گیری کنند و برای سؤال پژوهشی خود، پاسخ تهیه

¹ Ješková² Anderson³ Windschitl⁴ Baker & Leyva⁵ Heindl & Nader

نمایند (ون اوم^۱ و همکاران، ۲۰۱۷). همچنین استانداردهای ملی آموزش علوم تجربی نیز کاوشگری را روش تحقیق دانشمندان توصیف می‌کند و این را به‌عنوان یک چرخه کاوش بیان می‌دارد (عابدینی، ۱۳۹۱).

از نظر تاریخی، دو روش آموزشی قیاسی و استقرایی در آموزش علوم تجربی در تقابل هم هستند. در رویکرد قیاسی، نقش معلمان محدود به ارائه مفاهیم علمی، منطقی - استنباطی و نشان دادن سرمشق‌ها است؛ اما در رویکردهای استقرایی، فضایی را برای مشاهده، آزمایش و ساخت دانش با راهنمایی معلم و توسط خود فراگیران فراهم می‌کند (کنستانتینو و همکاران، ۲۰۱۸). طبق نظریهٔ روکارد^۲ و همکاران (۲۰۰۷) امروزه رویکرد استقرایی اغلب به عنوان آموزش علوم تجربی مبتنی بر کاوشگری^۳ شناخته می‌شود که بیشتر در مورد آموزش علوم تجربی و فناوری مورد استفاده قرار می‌گیرد. پیاده‌سازی آموزش علوم تجربی مبتنی بر کاوشگری که توسط فناوری‌ها در کلاس‌های درس تقویت می‌شود (جشکوا و همکاران، ۲۰۱۱)، در حقیقت می‌تواند در دگرگونی‌های علمی «از آزمایشگاه‌های از پیش ساخته و محتوای منفعل محفوظاتی به یک روند پژوهشی و کشف پویا، عملی و واقعی» به دانش‌آموزان کمک کند (بارستو^۴، ۲۰۰۱)؛ چون می‌تواند آموزش و یادگیری را با استفاده از رویکرد کاوشگری از طریق حمایت از محیط فعال یادگیری، تشویق تفکر انتقادی، تعامل و بازخورد مکرر و پشتیبانی از مباحث، سئوالات و حتی نظریه‌هایی که خود آن‌ها تعریف و توسعه می‌دهند، افزایش دهد (کوبیچک^۵، ۲۰۰۵) و از این رهگذر فرصت‌های جدیدی را برای دانش‌آموزان فراهم آورد تا در کاوشگری به صورت جدی شرکت نمایند (کراجیک^۶ و همکاران، ۲۰۰۰). همچنین فناوری‌ها می‌توانند از طریق ارتباطات هم‌زمان و ناهم‌زمان با دنیای خارج، ارتباط دست اول چند دیدگاه و منابع دانش را تسهیل کنند و ظرفیتی اضافی را برای غنی‌سازی بحث در مورد ذهنیت، تعبیه اجتماعی - فرهنگی، مشاهدات و استنباط‌ها در علوم تجربی ایجاد نمایند (فلدمن^۷ و همکاران، ۲۰۰۰).

به‌طور خاص، فناوری آموزشی حوزه‌ای میان رشته‌ای است که از مفاهیم، ابزارها و فرآیندهای فناورانه برای تسهیل و بهبود کیفیت آموزش استفاده می‌کند (ویجایانتو^۸ و همکاران، ۲۰۲۳). این حوزه به طراحی، اجرا و ارزیابی مواد، تکنیک‌ها و روش‌های یادگیری برای پشتیبانی و بهبود فرآیندهای یاددهی - یادگیری اشاره دارد که توسعه و استفاده از برنامه‌های کاربردی، پلتفرم‌های دیجیتال، نرم‌افزارهای آموزشی و همچنین به کارگیری سخت‌افزارها در محیط‌های آموزشی را

¹ Van Uum

² Rocard

³ Inquiry-Based Science Education (IBSE)

⁴ Barstow

⁵ Kubicek

⁶ Krajcik

⁷ Feldman

⁸ Wijayanto

پوشش می‌دهد (الحسینی و منیر^۱، ۲۰۲۳). تعاریف متعددی از فناوری آموزشی وجود دارد که هرکدام به جنبه‌های مختلف آن اشاره دارند. پیش از به‌کارگیری فناوری در مفهوم جدید خود، برنامه‌ریزان تلاش می‌کردند تا نتایج تدریس و یادگیری را از طریق موارد صرفاً آموزشی و دستگاه‌های سمعی و بصری بهبود بخشند. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که کمک‌های این شاخه از آموزش، استفاده از ابزارهای آموزشی ساده تا کاربرد اقلام کاملاً آموزشی را شامل می‌شود. اما براون^۲ (۱۹۷۲) فناوری آموزشی را به‌طور متفاوتی تعریف کرده است؛ وی بر این باور است که، فناوری آموزشی فراتر از استفاده از ابزارها است. در نتیجه، فناوری آموزشی بیشتر از یک مجموعه از اجزا محسوب می‌شود. همچنین این حوزه، یک روش سیستماتیک برای طراحی، اجرا و ارزیابی کل فرایند آموزش و یادگیری است که برای دستیابی به اهداف خاص، از یافته‌های تحقیقات در روان‌شناسی و ارتباطات انسانی بهره می‌برد و ترکیبی از منابع انسانی و غیرانسانی را برای ایجاد یادگیری مؤثرتر، مطمئن‌تر و عمیق‌تر به کار می‌گیرد (رحمتی و همکاران، ۲۰۲۱).

اسپکتور و یوئن^۳ (۲۰۱۶)، بیان می‌کنند که فناوری آموزشی، نظریه و عمل طراحی، تولید، استفاده و ارزیابی فرآیندها و منابع یادگیری است و هوانگ^۴ و همکاران (۲۰۱۹) نیز اظهار می‌دارند که اصطلاح فناوری آموزشی، به ترکیب فناوری‌ها یا منابع یادگیری یکپارچه فناوری با هدف غنی‌سازی تجربه یادگیری دانش‌آموزان گفته می‌شود. تمرکز اصلی فناوری آموزشی، غنی‌سازی تجربیات یادگیری و افزایش پیشرفت یادگیری از طریق ابزارهای نوآورانه‌تر و مؤثرتر است (الملاح^۵ و همکاران، ۲۰۲۳). انتظار بر این است که استفاده از فناوری در آموزش، شکاف‌های یادگیری را پر کند، دسترسی به آموزش را گسترش دهد و نوآوری در روش‌های آموزش و یادگیری را ارائه دهد. بنابراین، فناوری آموزشی نه تنها محدود به ابزارها و کاربردهای یادگیری است؛ بلکه شامل درک چگونگی تلفیق چنین فناوری در فرآیند یادگیری برای رسیدن به اهداف آموزشی بهتر نیز می‌شود (نوردیانا^۶ و همکاران، ۲۰۲۳). از آنجایی که در عصر جدید، مدرسه به عنوان یک مؤسسه آموزشی که نقش مهمی در نظام آموزشی بسیاری از کشورها دارد، باید خود را با این تغییرات تطبیق دهد تا همچنان مرتبط بماند و بتواند نیازهای دانش‌آموزان خود را برآورده کند (زینی^۷ و همکاران، ۲۰۲۳)؛ از این‌رو، تحول نه تنها در بُعد برنامه درسی مهم است؛ بلکه در استفاده از فناوری آموزشی برای ارتقای کیفیت یادگیری نیز بسیار مهم به نظر می‌رسد (اصلان^۸، ۲۰۱۸؛ به نقل از سیمینتو^۹ و همکاران، ۲۰۲۴). امروزه نیز با توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات

¹ Al Husaeni & Munir

² Brown

³ Spector & Yuen

⁴ Huang

⁵ Al-Malah

⁶ Nurdiana

⁷ Zaini

⁸ Aslan

⁹ Siminto

برای آموزش؛ ابزارها و دستیارهای آموزشی نوظهوری مانند؛ سیستم‌های مدیریت یادگیری^۱، تالارهای بحث و گفتگو، سیستم پاسخگویی مخاطبین، سیستم آزمون‌های آنلاین، رسانه‌ها و شبکه‌های اجتماعی، منابع چندرسانه‌ای هم‌زمان و ناهم‌زمان، بازی و بازی‌سازی‌ها، واقعیت مجازی، افزوده و شبیه‌سازی‌ها (گودسک، و مولر^۲، ۲۰۲۴) و ابزارها و دستیارهای هوش مصنوعی (فطریه^۳، ۲۰۲۱) پا به عرصه آموزش گذاشته و باعث تحول در فرآیند یاددهی و یادگیری، به‌ویژه در حوزه آموزش علوم تجربی شده است.

در ضمن اثرات سودمند فناوری‌های موجود و مناسب برای پرورش مهارت‌های مبتنی بر کاوشگری را می‌توان مشتمل بر فعالیت‌هایی همچون؛ آشنایی با مهارت‌های فرآیندی، درگیری در کاوشگری علمی، یادگیری استفاده از کاوشگرهای آزمایشگاهی، کاوش در یادگیری علوم تجربی از طریق پرسشگری مولد و ژورنالینگ‌های دیجیتالی، به چالش کشیدن باورهای غلط (کچ‌فهی) دانش‌آموزان و طراحی یک تحقیق منصفانه (بی‌طرفانه) قلمداد نمود (کاپوبیانکو^۴، ۲۰۰۷). تحقیقات نشان می‌دهد که پیاده‌سازی فناوری‌های نوین در آموزش علوم تجربی، اگر به روشی مناسب مورد استفاده قرار گیرد؛ می‌تواند به روند تحقیق علمی کمک شایانی نماید، زیرا در آموزش علوم تجربی، رویکرد کاوشگری عمدتاً با انواع آزمایش‌ها مرتبط است و فضا را در جهت تمرکز دانش‌آموزان در زمینه تحقیق و بسط داده‌های علمی خود و همچنین ادامه کاوشگری با تراوش سئوالات جدید و در نتیجه تکرار کاوشگری علمی به‌صورت واقعی‌تر هموار می‌سازد و معلم نیز با تمرکز بیشتر بر پشتیبانی و حمایت از فرآیند کاوشگری، به آنان کمک می‌نماید (جشکوا و همکاران، ۲۰۱۱)؛

محققین بیان می‌دارند که، تلفیق فناوری‌های آموزشی در کاوشگری فرصت‌های بالقوه‌ای را برای تسهیل علاقه و انگیزه دانش‌آموزان، توسعه درک مفاهیم علمی در آنان، کاهش بار شناختی و تقویت مهارت‌های پژوهش را فراهم می‌آورد (ماتوس و زنین^۵، ۲۰۲۱؛ جورجیو^۶ و همکاران، ۲۰۲۱؛ بکر و همکاران، ۲۰۲۰؛ هسیائو^۷ و همکاران، ۲۰۱۷). همچنین از دیدگاه وانگ^۸ و همکاران (۲۰۱۰)، غنی‌سازی و ساختاردهی به زمینه مسائلی که دانش‌آموزان باید آن‌ها را حل کنند، بر اساس وظایف پیچیده، با مشخص کردن روش‌ها و ارائه راهنمایی‌ها، پشتیبانی از توسعه ابزار برای ارائه محتوا، تسهیل استفاده از منابع، با در دسترس قراردادن آنها و کمک به دانش‌آموزان برای نشان‌دادن و پردازش مناسب منابع مختلف مورد استفاده، پشتیبانی از فرآیندهای شناختی و فراشناختی از طریق خودمدیریتی در وظایف معمول، شخصی‌سازی

¹ Learning Management Systems (LMS)

² Godsk & Møller

³ Fitria

⁴ Capobianco

⁵ Matos & Zannin

⁶ Georgiou

⁷ Hsiao

⁸ Wang

یادگیری، دستکاری و ایجاد نمایش‌های بصری، انجام آزمایش‌هایی برای آزمون فرضیه‌ها و ارائه راه‌حل‌های جایگزین، ایجاد امکان یادگیری اجتماعی از طریق همکاری با همسالان از دیگر مزیت‌های استفاده از فناوری‌ها در چارچوب کاوشگری قلمداد می‌گردد.

پداست^۱ و همکاران (۲۰۲۰)، پنج هدف را برای استفاده از فناوری‌های آموزشی در یادگیری کاوشگری مشتمل بر دستیابی به اهداف یادگیری شناختی، بهبود انگیزه و رضایت، بهبودهای عاطفی (مانند تأثیرپذیری، لذت و همدلی)، توسعه مهارت‌های فراشناختی و توسعه مهارت‌های همکاری برشمرده‌اند و تأکید نموده‌اند که یادگیری مبتنی بر کاوشگری با فرصت‌های پشتیبانی ارائه شده توسط فناوری‌های آموزشی تقویت شده و توسعه پیدا می‌کند. در ارتباط با این موضوع، ویلیامز^۲ و همکاران (۲۰۱۷) نیز معتقدند که فناوری‌های آموزشی را می‌توان برای پشتیبانی و تقویت یادگیری مبتنی بر کاوشگری در جهت کاهش برخی از چالش‌های پیش‌آمده در اجرای آن و ایجاد انگیزه در معلمان برای به کارگیری این رویکرد در کلاس درس، مورد استفاده قرار داد. از این‌رو در مقوله کاوشگری با به کارگیری فناوری، معلم باید مهارت زیادی داشته‌باشد تا بتواند به عنوان راهنما و تسهیل‌کننده عمل نموده و به دانش‌آموزان اجازه دهد تا تجربه تحقیق علمی واقع‌بینانه‌تری داشته باشند (کوبیچک، ۲۰۰۵).

به‌طور کلی، روش کاوشگری در آموزش علوم تجربی، به‌ویژه هنگامی که با فناوری تلفیق می‌شود، پتانسیل قابل توجهی در افزایش تعامل و درک دانش‌آموزان ارائه می‌دهد. این راهبرد بر یادگیری فعال از طریق پرس‌وجو و حل مسئله واقعی تأکید دارد که امروزه، توسط ابزارهای نوآورانه‌ای مانند واقعیت مجازی^۳ (VR) و واقعیت افزوده^۴ (AR) پشتیبانی می‌شود. برای مثال؛ راهبرد واقعیت مجازی مبتنی بر ویدیوی کروی^۵ (SVVR) در بهبود درک دانش‌آموزان از مفاهیم شیمی انتزاعی، افزایش انگیزه و تفکر خلاق مؤثر است. دانش‌آموزان درگیر در واقعیت مجازی مبتنی بر ویدیوی کروی مبتنی بر اکتشاف رفتارهای مثبتی مانند شناسایی مشکل و بحث مشارکتی را نشان می‌دهند که برای تحقیقات علمی بسیار مهم است. محیط‌های یادگیری بازی‌سازی شده توسط واقعیت افزوده می‌تواند به‌طور قابل‌توجهی تعامل و درک را در محیط‌های آموزشی متنوع، بهبود بخشد، با این راهبرد آموزشی (روش کاوشگری در آموزش علوم تجربی) در جهت جذاب کردن تجربیات یادگیری، علاقه دانش‌آموزان به شیمی و علوم تجربی را افزایش می‌دهد. در واقع دانش‌آموزان را تشویق می‌کند تا مفاهیم علمی را با مسائل اجتماعی مرتبط کنند و درک عمیق‌تری از مطالب را تقویت کنند. در این

¹ Pedaste

² Williams

³ Virtual Reality

⁴ Augmented Reality

⁵ Spherical Video-based Virtual Reality

پژوهش سعی شده در جهت ارتقای تعامل فراگیران درک مفاهیم علوم تجربی، محیط‌های یادگیری مبتنی بر فناوری را با گنجاندن سبک زندگی واقعی یا تجربیات زندگی واقعی در برنامه درسی مبتنی بر تفکر کاوشگری را در دانش‌آموزان تقویت کند که ساخت و طراحی فضای مبتنی بر فناوری انواع محیط و سبک‌های یادگیری جدید را فراهم می‌کند که در آن دانش‌آموزان می‌توانند درک معناداری از تجارب غیرمستقیم از درس علوم تجربی بازنمایی کنند.

پیشینه پژوهش

در قسمت مبانی نظری پژوهش؛ رویکرد کاوشگری در آموزش و همچنین به کارگیری فناوری در پیشبرد بهتر آموزش مورد مطالعه قرار گرفت؛ اما در جهت دستیابی به تبیین موضوع پژوهش توسط تحقیقات پیشین، باید دید که به لحاظ پیشینه عملی در این خصوص چه مطالعاتی صورت پذیرفته است که در اینجا به پژوهش‌های انجام شده اشاره خواهد شد: در بخش تأثیر کاوشگری بر آموزش؛ باقری و همکاران (۱۳۹۸) در مطالعه‌ای با عنوان «استفاده از روش تدریس کاوشگری در آموزش علوم پزشکی» بیان می‌دارند: روش تدریس کاوشگری مسبب اثرات آموزشی و پرورشی مطلوب در دانشجویان است. همچنین یارمحمدی واصل و همکاران (۱۳۹۵) نیز در پژوهشی تحت عنوان «مطالعه تأثیر آموزش روش کاوشگری بر تفکر انتقادی در درس علوم تجربی» ابراز می‌دارند: آموزش روش کاوشگری موجب تقویت تفکر انتقادی دانش‌آموزان در درس علوم تجربی می‌گردد.

نتایج مطالعه مؤمنی‌مهمویی و همکاران (۱۳۹۳) با عنوان «تأثیر الگوی کاوشگری بر تفکر انتقادی و نگرش دانش‌آموزان نسبت به کتاب درسی علوم تجربی در دوره ابتدایی» نشان می‌دهد که استفاده از الگوی کاوشگری بر تفکر انتقادی، نگرش، استنباط، شناسایی مفروضات، استنتاج، تعبیر و تفسیر، ارزشیابی استدلال‌های منطقی، افزایش نگرش مثبت و کاهش نگرش منفی دانش‌آموزان تأثیر معنی‌داری دارد. جعفری‌ثانی و همکاران (۱۳۹۳) در تحقیقی تحت عنوان «بررسی تأثیر تدریس کاوشگری علمی بر رشد دانش فراشناختی دانش‌آموزان در درس علوم تجربی» به این نتیجه دست یافتند که روش تدریس کاوشگری علمی علاوه بر این که دانش‌آموزان را به کشف، تفکر و حل مسئله وامی‌دارد، می‌تواند بر رشد دانش فراشناخت دانش‌آموزان، دانش شخص، دانش تکلیف و دانش راهبرد تأثیر داشته باشد. جعفری‌ثانی و همکاران (۱۳۹۰) در پژوهشی دیگر نیز نتیجه گرفتند که ارائه الگوی کاوشگری، عملکرد دانش‌آموزان را در زمینه خودباوری نسبت به توانایی‌های‌شان در خصوص حل مسائل درس فیزیک، افزایش می‌دهد. همچنین هوفشتاین^۱ و همکاران (۲۰۰۵) در

¹ Hofstein

پژوهشی به بررسی توانایی یادگیری دانش‌آموزان دوره متوسطه در درس شیمی از طریق رویکرد کاوشگری در جهت پرسیدن سئوالات معنی‌دار و علمی پرداختند.

در بخش به کارگیری فناوری در رویکرد کاوشگری نیز گلشن‌آبادی به‌آباد (۱۳۹۳)، به «بررسی کارآمدی مدارس هوشمند در تقویت توانمندی کاوشگری از دیدگاه معلمان و مدیران مقطع ابتدایی» پرداختند و ابراز داشتند که مؤلفه‌هایی همچون؛ معلمان آموزش‌دیده در حوزه فناوری اطلاعات، زیرساخت‌های توسعه‌یافته و ارتباط یکپارچه رایانه‌ای با مدارس دیگر، محیط یاددهی - یادگیری مبتنی بر محتوای چندرسانه‌ای و مدیریت مدرسه توسط سیستم یکپارچه رایانه‌ای می‌توانند در تقویت توانمندی کاوشگری دانش‌آموزان مؤثر باشند. یافته‌های پژوهش شیخ‌زاده و مهرمحمدی (۱۳۸۳) نیز بیانگر تأثیر آموزش‌های رایانه‌ای بر ارتقای پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان نسبت آموزش‌های معمولی مدارس که از آموزش‌های غیر رایانه‌ای استفاده می‌کنند، است. همچنین آنان تأکید می‌دارند که ضرورت دارد برای فرآیند تدریس فعال از نرم‌افزارهای آموزشی سازنده‌گرایی استفاده گردد. همچنین بکر^۱ و همکاران (۲۰۲۰) بر این عقیده هستند که پیشرفت‌های تکنولوژیکی امکان غنی‌سازی محیط‌های یاددهی - یادگیری مبتنی بر کاوشگری با استفاده از محتوای چندرسانه‌ای را فراهم می‌کند. نتایج مطالعه وانگ^۲ و همکاران (۲۰۱۰) نشان می‌دهد که می‌توان از فناوری‌های نوین آموزشی در راستای آموزش مبتنی بر کاوشگری به جهت غنی‌سازی و ایجاد ساختار برای زمینه‌های حل مسئله و تسهیل بهره‌وری از ابتکارات و خلاقیت‌ها و پشتیبانی از فرایندهای شناختی و فراشناختی در اوایل کودکی استفاده نمود. وگل^۳ و همکاران (۲۰۱۰) در مطالعه‌ای اظهار داشتند که مزایای بالقوه استفاده از فناوری‌های حسگرها و تکنولوژی‌های تلفن همراه با داده‌ها و اینفوگرافی‌های موقعیت مکانی در زمان واقعی ممکن است تعامل دانش‌آموزان را افزایش داده و آن‌ها را قادر به انجام کاوشگری علمی و تجزیه و تحلیل به روش‌های جدید نماید. همچنین کالینز^۴ و همکارانش (۲۰۰۸) در مطالعه‌ای نیمه‌تجربی، سیستمی را با استفاده از فناوری‌های تلفن همراه، حسگر و وب در جهت یادگیری مبتنی بر کاوشگری در طیف وسیعی از زمینه‌ها طراحی و توسعه داده و طراحی فعالیت‌های کاوشگری با پشتیبانی فناوری و چگونگی توسعه ابزارهای انعطاف‌پذیر و قابل استفاده مجدد برای پشتیبانی و فعالیت‌های توالی پل را ارائه دادند. در ضمن نتایج پژوهش ادلسون^۵ و همکارانش (۱۹۹۹) نشان می‌دهد که فعالیت‌های کاوشگری زمینه

¹ Becker

² Wang

³ Vogel

⁴ Collins

⁵ Edelson

ارزشمندی را برای فراگیران فراهم می‌کند و فناوری‌های رایانه‌ای هم به دلیل ایجاد هیجان بیشتر و هم به خاطر توانایی بالقوه خود برای پشتیبانی از اشکال جدید کاوشگری، می‌تواند مورد توجه جامعه علمی آموزش علوم تجربی قرار گیرد. با توجه به بررسی‌های انجام گرفته و نظر به نبود پژوهشی جامع که در آن به مؤلفه‌های آموزش علوم تجربی به روش کاوشگری با رویکرد فناوری بپردازد؛ ضرورت طراحی الگویی مدون و بومی‌سازی شده در راستای تدوین چارچوبی منطقی به منظور تلفیق روش کاوشگری یک‌پارچه‌شده با فناوری‌های آموزشی در جهت کمک به توسعه مهارت‌های ضروری برای موفقیت نسل آینده‌ساز کشور در هزاره سوم وجود داشت. از این‌رو، این پژوهش به دنبال آن است که از دیدگاه خبرگان (استادان هیئت علمی و مدرسان) و مجریان برنامه درسی آموزش علوم تجربی (آموزگاران دوره اول و دوم ابتدایی)؛ مدلی برای روش آموزش علوم تجربی به روش کاوشگری با رویکرد فناوری در آموزش تدوین، طراحی و اعتباریابی گردد؛ بدین سبب سؤالات این مطالعه به شرح زیر هستند:

۱. بر اساس مصاحبه‌های انجام شده، مؤلفه‌های آموزش علوم تجربی به روش کاوشگری با رویکرد فناوری در آموزش کدامند؟

۲. آیا الگوی پیشنهادی مؤلفه‌های آموزش علوم تجربی به روش کاوشگری با رویکرد فناوری در آموزش از اعتبار لازم برخوردار است؟

روش پژوهش

این مطالعه، در چارچوب روش تحقیق آمیخته انجام شده است. ابتدا در بخش کیفی بر اساس نظریه‌ی داده بنیاد^۱ از نوع استقرا (که به وسیله داده‌های منتج از پژوهش نظریه تولید می‌کند) صورت گرفته است. در این روش جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها و نظریه‌ی احتمالی نهایی، با یکدیگر ارتباط نزدیکی دارند و محقق به جای پیش فرض گرفتن یک نظریه با ورود به حوزه‌ی مورد مطالعه به داده‌ها اجازه می‌دهد تا نظریه را پدید آورند. روش تحقیق زمینه‌یابی در بخش کمی با استفاده از کدگذاری مؤلفه‌های اصلی حاصل در بخش کیفی، پرسشنامه‌ای طراحی، تدوین و نهایتاً توزیع گردید. جهت طراحی الگو، از روش تحقیق توصیفی-تحلیلی با رویکرد بررسی نظام‌مند ادبیات پژوهش استفاده شد. این روش نوعی مرور مطالعاتی است که ادبیات پژوهشی را به صورت نظام‌مند و علمی مورد مطالعه قرار می‌دهد و به شناسایی جامع، ارزیابی و سنتز تمامی مطالعات مرتبط اقدام می‌کند. در این تحقیق از طرح نظام‌مند برای مطالعه روش آموزش

¹ Ground Theory

علوم تجربی به روش کاوشگری با رویکرد فناوری در آموزش استفاده شده است. در پژوهش حاضر از مصاحبه نیمه- ساختاریافته برای جمع‌آوری داده‌های بخش کیفی استفاده گردید. سئوالات در این موضوع به صورت کلی مطرح می‌شوند. بر این اساس سئوالات مصاحبه به کمک پنج نفر از استادان متخصص علوم تربیتی و آموزشگران مرجع آموزش علوم تجربی دانشگاه فرهنگیان، تهیه و پس از طی فرآیند تأیید اعتبار صوری و محتوایی پژوهش به صورت فرم نهایی آماده شدند؛ هرچند در خلال مصاحبه بنا بر پاسخ‌های خبره سئوالاتی پرسیده می‌شد. جامعه آماری در بخش کیفی شامل کلیهٔ استادان، اعضای هیئت علمی و مدرسان علوم تجربی و استادان رشته‌های علوم تربیتی، روانشناسی و فناوری اطلاعات در دانشگاه فرهنگیان، با سابقه بلند مدت تجربی بود که نمونه‌گیری در بخش کیفی به صورت در دسترس بوده است؛ بدین صورت که اولین خبره کسی بود که سال‌ها در دانشگاه فرهنگیان مشغول به تدریس در رشته‌های مرتبط بوده است. در ادامه نیز با استفاده از روش گلوله برفی برای شناسایی دیگر خبرگان استفاده گردید. دلیل انتخاب این جامعه آماری از سوی محققین این بود که برنامه درسی رشته آموزش ابتدایی که از محل اجرای این برنامه درسی، معلمان علوم تجربی نیز تربیت می‌شوند، شامل دروس تربیتی، موضوعی و تربیتی - موضوعی است؛ بدین سبب، محققین جامعه آماری این مطالعه را از بین استادان، اعضای هیئت علمی علوم تجربی و مدرسان رشته‌های علوم تربیتی، روانشناسی و فناوری اطلاعات در دانشگاه فرهنگیان انتخاب نمودند. برای جمع‌آوری داده‌ها از روش مصاحبه‌های کانونی استفاده شد. بعد از انجام هر گروه مصاحبه و پیاده‌سازی آن در یک فایل متنی، مطالعه و تحلیل‌های اولیه روی آن انجام و بر این اساس آماده‌سازی‌های لازم برای مصاحبه‌های بعدی صورت می‌گرفت. روند انجام مصاحبه‌ها تا مصاحبه با مشارکت‌کننده شماره ۱۸ پیش رفت و به علت اشباع و تکرار در نشانه‌های گفتاری و مفاهیم بیان شده در سه مصاحبه پایانی روند مصاحبه‌ها متوقف گردید. به منظور شناخت ویژگی‌های جمعیت‌شناختی حجم نمونه مورد مطالعه، اطلاعات در قالب جدول شماره ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- ویژگی‌های خبرگان شرکت‌کننده در مصاحبه

کد	مدرک تحصیلی	رشته تحصیلی	مرتبه علمی	سابقه تجربی
۰۱	دکتری	زیست‌شناسی (آموزشگر مرجع علوم تجربی)	استادیار	۱۸
۰۲	دکتری	برنامه‌ریزی درسی	استادیار	۲۵
۰۳	دکتری	شیمی (آموزشگر مرجع علوم تجربی)	استادیار	۲۳
۰۴	دکتری	مدیریت آموزشی	استادیار	۲۸
۰۵	دکتری	زیست‌شناسی (آموزشگر مرجع علوم تجربی)	مدرس	۲۶
۰۶	دکتری	تکنولوژی آموزشی	استادیار	۱۵
۰۷	دکتری	فیزیک (آموزشگر مرجع علوم تجربی)	استادیار	۲۹
۰۸	دکتری	تاریخ و فلسفه آموزش و پرورش	مدرس	۲۳
۰۹	دکتری	زیست‌شناسی (آموزشگر مرجع علوم تجربی)	استادیار	۲۲
۱۰	دکتری	روان‌شناسی عمومی	استادیار	۳۰

۱۱	دکتری	مدیریت آموزشی	مدرس	۲۵
۱۲	دکتری	برنامه‌ریزی درسی	استادیار	۳۰
۱۳	دکتری	زیست‌شناسی (آموزشگر مرجع علوم تجربی)	استادیار	۲۹
۱۴	فوق لیسانس	فناوری اطلاعات	مدرس	۱۵
۱۵	دکتری	زیست‌شناسی (آموزشگر مرجع علوم تجربی)	استادیار	۱۹
۱۶	دکتری	فیزیک (آموزشگر مرجع علوم تجربی)	استادیار	۲۷
۱۷	فوق لیسانس	فناوری اطلاعات	مدرس	۱۵
۱۸	دکتری	شیمی (آموزشگر مرجع علوم تجربی)	استادیار	۲۹

شایان ذکر است که تحلیل داده‌ها با استفاده از روش مضمون دپوی و گیتلین^۱ (۲۰۰۵) انجام شده است که شامل شش مرحله آشنایی با داده‌ها، کدگذاری، جستجو برای مضامین، تشکیل مضامین، مرور مضامین، تعریف و نام‌گذاری مضامین و نگارش است. بر این مبنا از طریق طبقه‌بندی داده‌ها و الگویابی درون داده‌ای و برون داده‌ای به یک سنخ‌شناسی تحلیلی دست یافته شد. علت استفاده از این روش این بود که باید ابتدا مؤلفه‌های مؤثر طراحی، تدوین و اعتباریابی روش آموزش علوم تجربی به روش کاوشگری با رویکرد فناوری در آموزش شناسایی می‌شد و سپس به واسطه مصاحبه‌های انجام شده و مؤلفه‌های به‌دست آمده، پرسشنامه تدوین گردید. برای اطمینان از پایداری ابزار گردآوری اطلاعات، از کدگذاری مجدد محقق و کدگذار دوم استفاده شد؛ زیرا میزان همبستگی بالای بین دو کدگذار مشخص می‌کند که آیا این ابزار پایا است یا خیر؟ البته به نقل از کمالی‌پور و همکاران، (۲۰۱۷) در زمینه پایداری کدگذارها در مصاحبه‌های پژوهشی، پراستفاده‌ترین و ساده‌ترین روش، استفاده از ضریب توافق درصدی است که مقادیر بالای ۷۰٪ مطلوب گزارش شده است. در این راستا در انتخاب کدگذار دوم، سعی شده تا از یک عضو هیئت علمی دانشگاه فرهنگیان که چندین تحقیق کیفی در رزومه خود داشته است، استفاده شود و از ایشان خواسته شد که متن پیاده شده را کدگذاری نمایند (جدول ۲).

جدول ۲- نتایج حاصل از کدگذاری مجدد مصاحبه‌ها توسط کدگذار دوم

عنوان مصاحبه	تعداد کدهای به دست آمده توسط پژوهشگر	تعداد کدهای به دست آمده توسط کدگذار دوم	تعداد کدهای مورد توافق	تعداد کدهای عدم توافق
۰۵	۴۵	۴۰	۳۶	۴
۱۳	۶۳	۵۲	۴۹	۳
۲۰	۲۳	۲۲	۱۸	۴
جمع کل	۱۳۱	۱۱۴	۱۰۳	۱۱

$$\text{درصد پایداری بین کدگذاران} = \frac{103}{131} * 100 = 79$$

¹ Depoy and Gitlin

روش دوم برای پایایی، شاخص ثبات یا پایایی بازکدگذاری^۱ است که به میزان سازگاری طبقه‌بندی داده‌ها در طول زمان اشاره دارد. روش محاسبه این نوع پایایی چنین است که از میان مصاحبه‌ها، چند نمونه به صورت تصادفی انتخاب و هر کدام از آنها را، دوبار، در یک فاصله زمانی کوتاه و مشخص پنج تا سی روز کدگذاری نمودیم. در این فاصله زمانی، هر کدام از مصاحبه‌ها با یکدیگر مقایسه شدند و از طریق میزان توافقات و عدم توافقات موجود، در دو مرحله کدگذاری و شاخص ثبات محاسبه گردیدند. کدهای مشابه با عنوان «توافق» و کدهای غیرمشابه با عنوان «عدم توافق» مشخص شدند. از بین مصاحبه‌های انجام گرفته، دو مصاحبه به صورت تصادفی مجدداً کدگذاری شدند که اطلاعات آنها در جدول شماره ۳ گزارش شده است.

جدول ۳- نتایج حاصل از بازکدگذاری مصاحبه‌ها

عنوان مصاحبه	تعداد کدهای به دست آمده بار اول	تعداد کدهای به دست آمده بار دوم	تعداد کدهای مورد توافق	تعداد کدهای عدم توافق
۰۷	۵۸	۵۶	۵۳	۳
۱۶	۴۵	۴۲	۴۰	۲
جمع کل	۱۰۳	۹۸	۹۳	۵

$$\text{درصد پایایی باز کدگذاری} = \frac{93}{103} * 100 = 90/92$$

برای تعیین روایی ابزار هم از درگیری طولانی مدت، پرسش و جستجوگری از همکاران و بازبینی به وسیله افراد مطلع استفاده شده است. درگیری طولانی مدت با موضوع و مشاهده مداوم^۲ یکی از بهترین راه‌های ایجاد دقت است (گوبا و لینکولن^۳، ۱۹۹۴). به همین دلیل، به‌طور کامل درگیر تحقیق شدیم، با مشارکت‌کنندگان، ارتباط صحیح و مناسب برقرار کردیم و پذیرای مفاهیم عمیقی شدیم که در فرآیند مصاحبه آشکار می‌شوند تا دقت علمی را افزایش داده و در زمینه پژوهشی غوطه‌ور گردیم. مرحله بعدی از تعیین روایی، مهارت پرسش و سؤال کردن از دیگران بود که در زمره مهارت‌های شنیداری ارتباطات قرار می‌گیرد. سؤال کردن، هم موجب پیش‌رفتن گفتگو می‌شود و هم در درک صحیح تفکر و احساس دیگران به ما کمک می‌کند. این مهارت بسیار مفید و در عین حال یادگیری‌اش ساده است. بنابراین از دیگرانی که با آموزش علوم تجربی ارتباط داشتند، پرسش کردیم و نسبت به شناخت ابعاد مختلف آموزش علوم تجربی گام‌های مؤثری برداشتیم. روش سوم در تعیین روایی ابزار، بازبینی توسط همکار علمی تحقیق است. بازبینی توسط همکار، به معنای تعامل بین پژوهشگر و سایر افرادی است که در زمینه روش‌های تحقیق تجربه دارند. کاوش به وسیله افراد مطلع؛ به این

¹ Recoding Reliability² Prolonged engagement and persistent³ Guba & Lincoln

معنی است که از افرادی که از دانش و آگاهی لازم نسبت به آموزش علوم تجربی برخوردار هستند، جستجو و پرسش به عمل آوریم تا بتوانیم با استفاده از دانش و تجاربی که افراد آگاه نسبت به آموزش علوم تجربی دارند، نسبت به شناخت ابعاد مختلف آموزش علوم تجربی آگاهی یابیم و عواملی را که تحت تأثیر آموزش علوم تجربی هستند و یا بر آموزش علوم تجربی تأثیر می‌گذارند، شناسایی نماییم.

همچنین در بخش کمی، جامعه آماری پژوهش شامل آموزگاران دوره اول و دوم ابتدایی در دو استان بوشهر و مازندران بودند. حجم نمونه با استفاده از نرم‌افزار PASS شامل ۱۱۳ نفر تعیین گردید. روش نمونه‌گیری با توجه به جامعه آماری مورد نظر، به صورت نمونه‌گیری تصادفی ساده بود و از کل جامعه مورد مطالعه، نمونه‌ها به صورت کاملاً تصادفی، انتخاب شدند. در واقع در این بخش، ابعادی که در مرحله کیفی به دست آمده بودند، در معرض قضاوت حجم نمونه مورد نظر قرار داده شد و اهمیت آن‌ها به صورت کمی مشخص گردید. به این ترتیب، در این مرحله از روش تحقیق «توصیفی - پیمایشی» استفاده شده است. ابزار پژوهش در راند دوم این تحقیق، پرسشنامه‌ای بود که محققین با استفاده از کدهای استخراج شده (برگرفته از بخش کیفی) اقدام به تدوین آن کرده بودند. پرسشنامه پژوهش حاضر شامل دو قسمت سئوالات عمومی و تخصصی است. در بخش سئوالات عمومی؛ اطلاعات کلی و جمعیت‌شناختی در رابطه با پاسخ‌دهندگان جمع‌آوری گردید. این بخش شامل ۴ سؤال (سن، جنسیت، رشته تحصیلی و پردیس محل تدریس) است. سئوالات بخش تخصصی مشتمل بر ۹۱ سؤال با طیف ۷ گزینه‌ای لیکرت (کاملاً موافقم=۷، موافقم=۶، تاحدی موافقم=۵، نظری ندارم=۴، تاحدی مخالفم=۳، مخالفم=۲، کاملاً مخالفم=۱) است. در طراحی این قسمت سعی شده که سئوالات پرسشنامه تا حد ممکن قابل فهم باشد. این مفاهیم و مقوله‌ها مبنای تدوین ابزار (پرسشنامه) برای اعتباریابی الگوی پارادایمی روش آموزش علوم تجربی به روش کاوشگری با رویکرد فناوری در آموزش گردید. برای تعیین روایی و پایایی در مرحله کمی، روایی پرسشنامه به سه روش صوری، محتوایی و سازه‌ای تأیید شد. پایایی هم به سه روش تعیین ضریب بارهای عاملی گویه‌ها، آلفای کرونباخ مؤلفه‌ها و پایایی ترکیبی برآورد و تأیید گردید. برازش کلی مدل نیز با استفاده از معیار نیکویی برازش GOF تأیید شد. گزارش آن‌ها نیز در بخش یافته‌ها ذکر خواهد شد.

یافته‌ها

یافته‌های پژوهش براساس پرسش‌های پژوهش به شرح زیر است؛

پرسش اول: بر اساس مصاحبه‌های انجام شده، مؤلفه‌های آموزش علوم تجربی به روش کاوشگری با

رویکرد فناوری در آموزش کدامند؟

در این مرحله، ابتدا ۳۵۶ کد باز به دست آمده که براساس روش تحلیل یادشده، مضمون‌های برآمده از نظرات و تجارب مصاحبه‌شوندگان پدیدار شدند. سپس، از طریق بازخوانی و بازنگری کدها، کدهای تکراری حذف و ادغام گردید. پس از کدگذاری محوری کدهای شناسایی‌شده، ۱۳ عنصر (۴ بُعد و ۹ مؤلفه) و ۱ مضمون اصلی به شرح جدول شماره ۴ شناسایی و تبیین شد.

جدول ۴- ابعاد و مؤلفه‌های شناسایی‌شده از مصاحبه با خبرگان

ابعاد	مؤلفه‌ها	کدهای شناسایی شده
تفکر منطقی	توسعه مهارت‌ها	ایجاد نظم ذهنی و رشد روح کنجکاوی در دانش‌آموزان (م ۱، ۷ و ۹)، روشی برای استقلال دانش‌آموز در حل مسئله (م ۲، ۳ و ۱۵)، فرصتی برای فرضیه سازی، آزمایش و مقایسه داده‌ها (م ۵)، برگزاری جشنواره پرورش تفکر خلاقانه برای دانش‌آموزان مانند جشنواره جابربن حیان یا خوارزمی (م ۱، ۳ و ۱۵)، تقویت روحیه پرسشگری، فرضیه سازی و آزمایشگری (م ۹ و ۱۲)، قرار گرفتن در موقعیتی که مسائل را از طرق مختلف واکاوی کنند (م ۵، ۹، ۱۱ و ۱۳)، ایجاد روحیه پژوهش پذیری (م ۱۵)، ایجاد نظم و انضباط ذهنی و کسب مهارت‌های پرسشگری تعاملی (م ۶، ۱۱، ۱۶)، ایجاد و تولید بحث مشارکتی بین دانش‌آموزان (م ۸، ۱۱، ۱۳، ۱۸)، کمک به ارتباط مستمر و منطقی دانش‌آموزان و گروه‌های دانش‌آموزی به فرایند یادگیری (م ۵، ۸ و ۱۸).
	ترویج تفکر علمی	ایجاد چالش و درگیری مستقیم دانش‌آموز (م ۱ و ۹)، پیمودن فرایند تفکر علمی دانش‌آموزان (م ۳، ۶، ۱۰ و ۱۵)، تقویت یادگیری، برابر است با روحیه خلاق و استقلال (م ۹)، زمینه مساعد برای تسريع و رشد عقلی کودکان کنجکاو (م ۵، ۹، ۱۶ و ۱۸)، موجب رفع عدم تعادل و ایجاد تعادل جدید با محیط (م ۴، ۱۳ و ۱۵)، ارتقا و رشد تفکر (م ۱، ۲، ۷، ۹ و ۱۵)، دانش‌آموز به دنبال کشف حقایق و معلم دارای نقش راهنما (م ۴، ۷، ۸ و ۱۶)، افزایش نقش دانش‌آموزان در ارائه تصورات ذهنی (م ۱، ۳، ۸ و ۱۶)، شکوفا شدن استعداد دانش‌آموزان (م ۶، ۱۰، ۱۵ و ۱۸).
یادگیرندگانی مستقل مادام‌العمر	فرایند کسب تدریجی دانش	دانش‌آموز یاد می‌گیرد که چگونه یاد بگیرد (م ۱، ۵، ۷ و ۱۸)، ایجاد رویکرد معنایی در فرایند یادگیری (م ۵، ۹ و ۱۳)، ترقی مهارت‌ها و نگرش‌ها در فرایند یادگیری (م ۳، ۹، ۱۵ و ۱۶)، پیروی از تفکر استقرایی یعنی تفکر از جزء به کل (م ۸)، فراهم‌سازی یادگیری موقعیتی برای دانش‌آموزان (م ۲، ۷، ۱۶)، روش کاوشگری بسط و توسعه فضای یادگیری (م ۳، ۱۱ و ۱۸)، ایجاد پایداری و ثبات یادگیری دانش‌آموز (م ۱۸).
	کسب مجموعه گسترده‌ای از توانایی‌ها	ایجاد انعطاف آموزش به صورت فردی و گروهی (م ۱)، تکمیل فرهنگ یادگیری خود محور و خودراهبر (م ۱)، استقلال یادگیری (م ۳، ۵ و ۱۶)، توانایی درگیر نمودن یادگیرنده در فرایند یاددهی و یادگیری (م ۷)، توانایی ایفای نقش مدیریت یادگیری در کلاس درس (سفیران انتقال محتوای تخصصی) (م ۲، ۴ و ۹)، تقویت خود کارآمدی در فرایند یادگیری (م ۷)، افزایش اعتماد به نفس، عزت نفس و تقویت روحیه یادگیرنده مستقل (م ۱، ۹ و ۱۵)، ایجاد سازگاری بین فرد و جامعه در جهت چگونه آموختن (م ۱۰)، تعامل در برخورد مسئولانه، توجه به مهارت‌های اقتصادی، شهروند مطلوب و تحمل ابهام (م ۳، ۹، ۱۳ و ۱۶)، روحیه تعامل، کارگروهی و مشارکت دانش‌آموزان در برنامه‌های آموزشی در فرایند یادگیری (م ۱، ۲، ۷، ۱۳ و ۱۷)، دانش آموز به‌عنوان معمار یادگیری (م ۱۸)، آموزش علوم تجربی زمینه‌ساز پرورش دانش، مهارت و نگرش (م ۱، ۱۲)، کمک به پایداری و ثبات یادگیری دانش‌آموز (م ۱۰ و ۱۶)، فراهم کردن بستری برای آموزش به روش کاوشگری (م ۲، ۱۳ و ۱۸).
رویکرد مبتنی بر فناوری	توسعه زیرساخت‌های آزمایشگاه‌های مجازی	بهره‌گیری از نرم‌افزارهای مجازی (م ۱ و ۶)، ضرورت تلفیق نرم‌افزارهای آموزشی با روش کاوشگری (م ۳، ۶ و ۱۴)، به کارگیری فناوری با محوریت معلم در این روش (م ۱، ۵، ۱۷)، توسعه مهارت فناوری در روش کاوشگری برابر است با تقویت خلاقیت و استقلال در یادگیری (م ۶، ۱۲ و ۱۵)، بازبینی سرفصل‌ها و هماهنگ‌سازی با روش‌های فناوری (م ۶، ۱۱ و ۱۶)، بومی سازی امکانات و فناوری آموزشی منطبق با روش کاوشگری (م ۷، ۱۲، ۱۷ و ۱۸)، رعایت اصول طراحی نرم‌افزارهای چند رسانه‌ای آموزشی در مسیر روش کاوشگری می‌تواند به تسهیل‌سازی آموزش علوم تجربی کمک کند (م ۳، ۶، ۱۴ و ۱۷)، کمک به

توانمندسازی مخاطب از طریق الکترونیکی‌سازی تکالیف در روش کاوشگری (م ۸، ۱۴ و ۱۶)، گسترش به کارگیری نرم‌افزارهای شبیه‌ساز کارگاه یا آزمایشگاه‌های منطبق با روش کاوشگری در روند جریان آموزش علوم تجربی (۳، ۶، ۹ و ۱۷)، هماهنگ‌سازی روش کاوشگری با شبکه‌ها، وب‌سایت‌ها و وبلاگ‌های آموزشی می‌تواند به آموزش علوم تجربی به روش کاوشگری با رویکرد فناوری کمک کند (م ۱، ۵، ۶، ۱۴، ۱۷ و ۱۸).

توسعه و
تجهیز
آزمایشگاه-
های حقیقی

ضرورت ارتقای امکانات آزمایشگاهی (۱ و ۶)، تأمین تجهیزات به روز جهت اجرای روش تدریس کاوشگری (۱، ۳ و ۱۲)، تجهیز آزمایشگاه‌ها با رویکرد مبتنی بر فناوری و ارائه به روش کاوشگری (۶)، بصری‌سازی آموزش علوم تجربی (۱۲)، ایجاد ملاحظات انگیزه‌ای مبتنی بر فناوری در راغب نمودن به روش کاوشگری (۵ و ۱۰).

نقش استادان و اعضای هیئت علمی در انتقال محتوا و مفاهیم موضوعات درسی به دانشجو معلمان در جهت گسترش شیوه آموزش علوم تجربی به روش کاوشگری با رویکرد فناوری (۱، ۲، ۱۱ و ۱۸)، به‌روآمد نمودن توانایی‌های علمی و دانشی استادان و اعضای هیئت علمی در خصوص مباحث تخصصی دروس، علوم تربیتی، فنون تدریس، روانشناسی و ... (م ۱)، رشد آکادمیک، اجتماعی و معنوی استادان و اعضای هیئت علمی (م ۴، ۹ و ۱۶)، آگاهی از بدفهمی‌های احتمالی نسبت به موضوع درسی در دانشجومعلم (م ۲، ۷، ۱۲ و ۱۵)، انتقال تجارب موثر و مفید به دانشجو معلمان به منظور رشد و نمو آنان در جهت پذیرش نقش‌ها و مسئولیت‌های متفاوت (م ۴، ۹، ۱۱، ۱۵ و ۱۸)، آگاهی نسبت به ویژگی‌ها، نیازها و علایق دانشجو معلمان (م ۱۰)، ارائه آموزش، پژوهش و کارآفرینی به دانشجو معلمان (م ۱۱ و ۱۲)، ترویج و ایجاد مسئولیت‌پذیری آموزشی در دانشجو معلمان (م ۲، ۴، ۱۱، ۱۲ و ۱۶)، روش‌های تدریس متناسب با پرورش خلاقیت (۱۳)، تعاملات و چگونگی برقراری ارتباط با دانشجو معلمان (۴، ۶، ۱۰ و ۱۳)، شناخت مهارت‌های شناختی، عاطفی و روانی حرکتی (۸، ۱۰ و ۱۷)، ایجاد نگرش مثبت در دانشجو معلمان نسبت به حرفه‌ی معلمی (۱۰ و ۱۷).

توسعه دانش
محتوایی و
پداگوژیکی

بسترسازی زمینه فراگیری روش کاوشگری در قالب کارورزی (۱ و ۶)، توانایی ایجاد موقعیت لازم برای تفکر دانشجو معلمان در فرایند یاددهی - یادگیری (۴ و ۷)، فرایند آماده‌سازی دانشجومعلم برای مشارکت در فرایند یاددهی - یادگیری (انگیزه یادگرفتن) (م ۱، ۵، ۱۱ و ۱۲)، توسعه روش‌های نوین یادگیری با رویکرد سازنده‌گرایی (م ۶، ۸ و ۹)، شناسایی ویژگی‌های فرهنگی، اجتماعی و موقعیت دانشجو معلمان (م ۲، ۱۰ و ۱۸)، ایجاد خودپنداره (ارتقا و تبدیل دانشجو معلمان به یک یادگیرنده وابسته به سمت یک یادگیرنده خود راهبر) (م ۱۰ و ۱۱)، توجه به فرایندهای شناختی و نیاز دانشجو معلمان (م ۱۰)، هیوتاگوژی (مشارکت دانشجو معلمان برای یادگیری در بزرگسالی) (م ۱۲)، نهادینه‌سازی اخلاق حرفه‌ای معلمی (عدالت بین دانشجو معلمان، رفتار و منش معلمی) (م ۱، ۲، ۹، ۱۲ و ۱۸)، برگزاری دوره‌های تخصصی تفسیر رویکردهای یادگیری (م ۵، ۶، ۱۳ و ۱۶)، تشویق و ترغیب پژوهش‌ها و پایانامه‌ها به سمت روش‌های ایجاد خلاقیت (م ۳، ۹، ۱۰، ۱۴)، برگزاری جشنواره‌ها، همایش‌ها و سمینارها در جهت آماده‌سازی بستر اجرای رویکرد سازنده‌گرایی (م ۱۵)، توانایی ارائه موضوع درسی در قالب رویکرد سازنده‌گرایی (م ۱، ۹، ۱۶ و ۱۸)، توانایی استفاده از درس پژوهی و توسعه آن (م ۵، ۱۲ و ۱۷)، داشتن تسلط برای پاسخ منطقی در مورد چرایی یادگیری محتوای خاص (م ۳ و ۱۷)، آشنایی دانشجومعلم با روش‌های تدریس همخوان با اصول و روش‌های سازنده‌گرایی (م ۱۸).

معماری
برنامه
درسی
تربیت معلم

داشتن دانش پداگوژی محتوا: درک مواردی همچون اختلال و عدم اختلال در یادگیری دانشجو معلمان (م ۲، ۴ و ۶)، ارائه و تشریح موضوع درسی متناسب با شرایط بومی و توانایی‌های دانشجو معلمان (م ۵)، تشریح زیرساخت‌های نظری موضوع تدریس منطبق بر حرفه معلمی (م ۳ و ۷)، دانش دانشجومعلم نسبت به راهبردهای ارزشیابی از محتوای تخصصی (م ۲، ۴ و ۵)، داشتن دانش در مورد سازماندهی برنامه درسی (تنظیمات عمودی برنامه درسی با سایر حوزه دانش، ایجاد روش‌های برنامه درسی در آموزش دانش محتوایی) (م ۹)، ایجاد انگیزه برای یادگیری محتوا (۱، ۹، ۱۳ و ۱۵)، تناسب محتوای آموزشی با سطح نیاز دانشجو معلمان (م ۱۷).

بعد از اتمام مرحله کیفی و تبیین اعتباریابی و تعیین ابعاد، مؤلفه‌ها و شاخص‌های الگوی آموزش علوم تجربی به روش کاوشگری با رویکرد فناوری در آموزش؛ مدل پارادایمی پژوهش، طراحی و تدوین شد.

سؤال دوم: آیا الگوی پیشنهادی مؤلفه‌های آموزش علوم تجربی به روش کاوشگری با رویکرد فناوری در

آموزش از اعتبار لازم برخوردار است؟

برای ارزیابی مدل مفهومی پژوهش، از مدل‌یابی معادلات ساختاری استفاده شد. در گام نخست، از برازش مدل‌های اندازه‌گیری که شامل بررسی پایایی و روایی سازه‌های پژوهش است، استفاده گردید. برای بررسی پایایی سازه‌ها، ضرایب بارهای عاملی، آلفای کرونباخ و پایایی ترکیبی مورد بررسی قرار گرفت. قدرت رابطه بین عامل (متغیر پنهان) و متغیر قابل مشاهده به وسیله بار عاملی نشان داده می‌شود. بار عاملی مقداری بین صفر و یک است. اگر بار عاملی کمتر از $0/7$ باشد، رابطه ضعیف در نظر گرفته می‌شود. مطابق هیر^۱ و همکاران (۲۰۱۳) اگر میزان AVE بیشتر از $0/5$ باشد، می‌توان سئوالات با بار عاملی $0/5$ تا $0/7$ را نیز پذیرفت. در این مطالعه، نتایج حاصل از تحلیل عامل تأییدی و بررسی ضرایب بارهای عاملی نشان داد که سئوال ($q6=0/43$) و سئوال ($r8=0/44$) دارای بار عاملی کمتر از $0/5$ است؛ لذا مدل اندازه‌گیری با حذف گویه‌های مذکور مجدد بررسی شد. مدل جدید نشان داد که تمام گویه‌ها با سطح همبستگی بالا، می‌توانند به‌خوبی متغیرهای مکنون را اندازه‌گیری کنند (نمودار ۱ و ۲). در تحقیقات اکتشافی، مقدار ضریب آلفای کرونباخ، $0/6$ به‌عنوان سرحد ضریب در نظر گرفته می‌شود و بالاتر از $0/7$ نشانگر پایایی قابل قبول است. همچنین ارزش‌های پایایی مرکب (C.R) دارای مقدار بین $0/6$ تا $0/7$ هستند، و در مراحل پیشرفته‌تر تحقیق، ارزش‌های بین $0/7$ تا $0/9$ ، به‌عنوان ارزش‌های مطلوب در نظر گرفته می‌شوند (هیر و همکاران، ۲۰۱۳). طبق نتایج به‌دست آمده در این مطالعه، تمامی اعداد در دامنه قابل قبول قرار دارند. برای روایی سازه‌ای پژوهش، از روایی همگرا استفاده می‌شود. برای ارزیابی روایی همگرا دو معیار وجود دارد که عبارت‌اند از: آلفای کرونباخ و متوسط واریانس استخراج شده (AVE). AVE بالاتر از $0/5$ روایی همگرای کافی را تضمین می‌کند. مقادیر آلفای کرونباخ نیز حداقل باید $0/6$ باشد (هیر و همکاران، ۲۰۱۳). به استناد نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل داده‌ها، همه معیارها در دامنه قابل قبولی قرار دارند. برای برازش مدل ساختاری نیز از معیارهای ضرایب معناداری و R^2 استفاده شد. همان‌گونه که در نمودار شماره ۱ مشاهده می‌شود، همه اعداد واقع بر مسیرها بالاتر از $1/96$ (نقطه بحرانی) هستند. این مطلب حاکی از معنی‌دار بودن مسیرها، مناسب بودن مدل ساختاری و تأیید فرضیه‌های پژوهش در سطح اطمینان ۹۵ درصد است. برای معیار R^2 سه مقدار $0/19$ ، $0/33$ و $0/67$ را به عنوان ملاک معیار به ترتیب برای سطح ضعیف، متوسط و قوی در نظر می‌گیرند. مقادیر R^2 در شکل شماره ۱ قابل مشاهده

1 Hair

است. با در نظر گرفتن مقادیر ملاک معیار، همه مقادیر R^2 در این پژوهش در سطح قوی قرار گرفته‌اند که نشان از مناسب بودن برازش مدل ساختاری و تأیید آن را دارد و در نهایت برای برازش کلی مدل، از معیار نیکویی برازش GOF استفاده شد.

جدول ۴- بررسی شاخص‌های برازش مدل حداقل مربعات جزئی

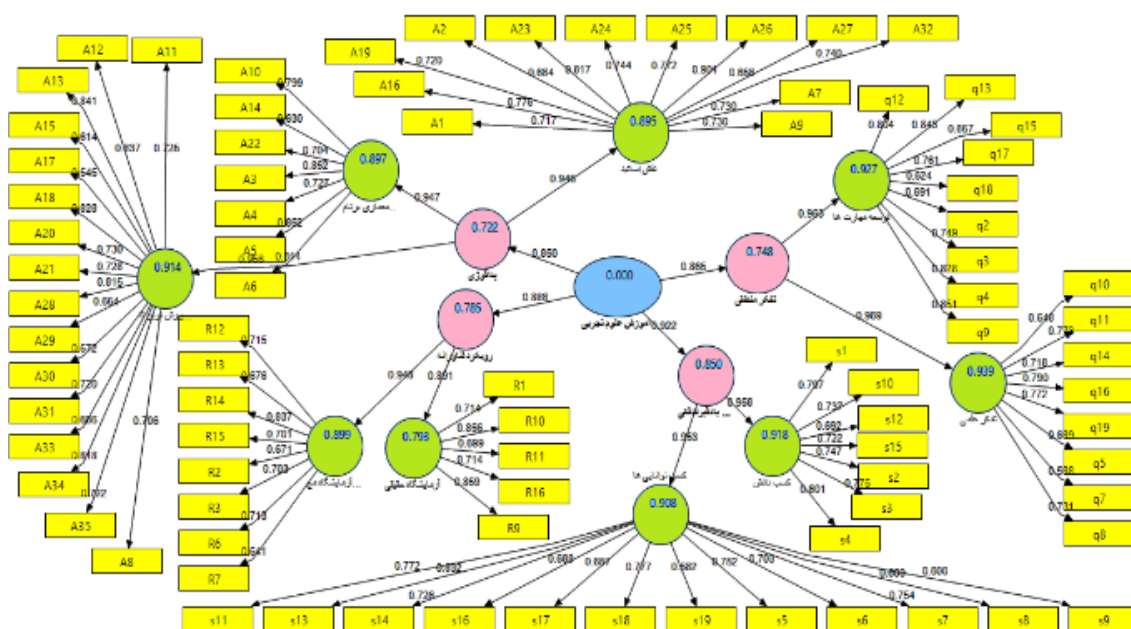
متغیر	ضرایب معناداری (Sig)	شاخص ضریب تعیین (R^2)	معیار نیکویی برازش مدل (GOF)
تفکر منطقی	۰/۰۰۰	۰/۷۴۸	۰/۷
یادگیرندگانی مستقل مادام‌العمر	۰/۰۰۰	۰/۸۵۰	
رویکرد مبتنی بر فناوری	۰/۰۰۰	۰/۷۸۵	
توسعه دانش محتوایی و پداگوژی	۰/۰۰۰	۰/۷۲۲	

از آنجا که در حداقل مربعات جزئی، مقادیر اشتراکی با AVE برابر است (وتزلز^۱ و همکاران ۲۰۰۹)، از فرمول زیر استفاده می‌شود.

فرمول شماره ۱:

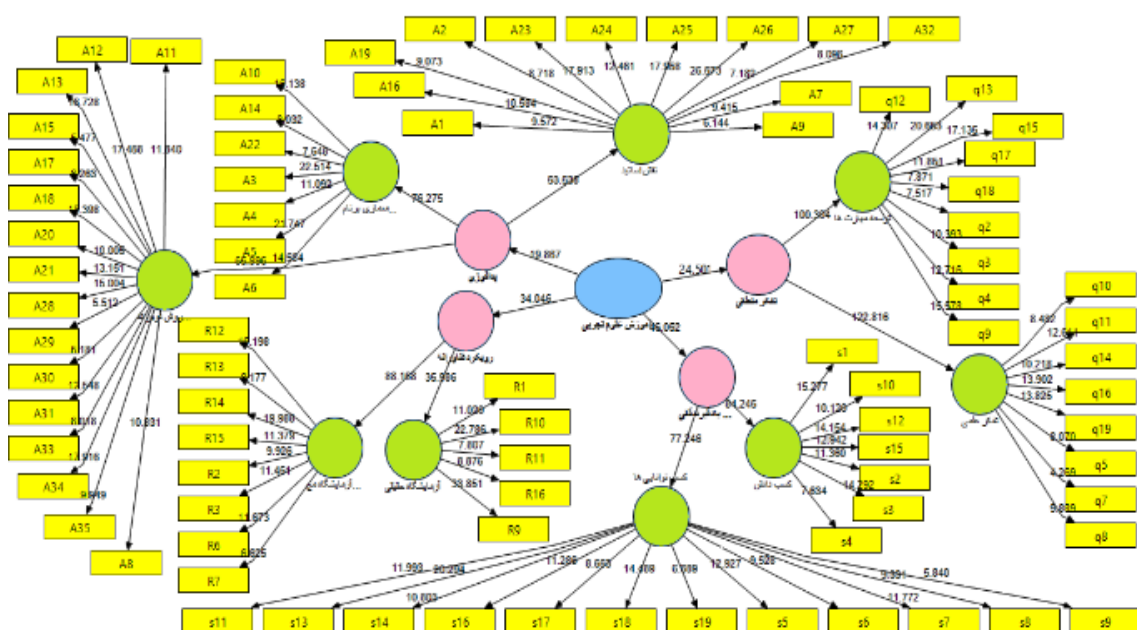
$$GOF = \sqrt{\text{average (AVE)} \times \text{average (R}^2\text{)}}$$

پس از انجام محاسبات، مقدار شاخص GOF عددی برابر ۰/۷ به دست آمد که مقداری در سطح قوی است که مبین کیفیت قابل قبول کلی مدل محسوب می‌گردد. نتایج نهایی ابعاد و مؤلفه‌های پژوهش در جدول شماره ۵ آورده شده است.



نمودار ۱- مدل نهایی تحقیق در حالت ضریب استاندارد

¹ Wetzels



نمودار ۱- مدل نهایی تحقیق در حالت عدد معنی داری

جدول ۵- نتایج آزمون روابط در مدل تحقیق

متغیر وابسته	متغیر مستقل	ضریب استاندارد	عدد معنی داری	رد/پذیرش	اولویت
آموزش علوم تجربی	تفکر منطقی	۰/۸۶	۲۴/۵۰	پذیرش	سوم
آموزش علوم تجربی	یادگیرندگانی مستقل مادام‌العمر	۰/۹۲	۴۶/۰۵	پذیرش	اول
آموزش علوم تجربی	رویکرد مبتنی بر فناوری	۰/۸۸	۳۴/۰۴	پذیرش	دوم
آموزش علوم تجربی	توسعه دانش محتوایی و پداگوژی	۰/۸۵	۱۹/۸۶	پذیرش	چهارم
تفکر منطقی	توسعه مهارت‌ها	۰/۹۶	۱۰۰/۳۰	پذیرش	دوم
تفکر منطقی	ترویج تفکر علمی	۰/۹۷	۱۲۲/۸۱	پذیرش	اول
یادگیرندگانی مستقل مادام‌العمر	فرایند کسب تدریجی دانش	۰/۹۶	۸۴/۲۴	پذیرش	اول
یادگیرندگانی مستقل مادام‌العمر	کسب مجموعه گسترده‌ای از توانایی‌ها	۰/۹۵	۷۷/۲۴	پذیرش	دوم
رویکرد مبتنی بر فناوری	توسعه زیرساخت‌های آزمایشگاه‌های مجازی	۰/۹۴	۸۸/۱۶	پذیرش	اول
رویکرد مبتنی بر فناوری	توسعه و تجهیز آزمایشگاه‌های تحقیقی	۰/۸۹	۳۵/۹۸	پذیرش	دوم
توسعه دانش پداگوژی	نقش استادان در تربیت معلم فکور	۰/۹۴	۵۳/۵۳	پذیرش	سوم
توسعه دانش پداگوژی	بستر سازی فراگیری روش‌های نوین تدریس	۰/۹۶	۶۵/۹۹	پذیرش	اول
توسعه دانش پداگوژی	معماری برنامه درسی تربیت معلم	۰/۹۵	۷۶/۲۷	پذیرش	دوم

با توجه به نتایج مندرج در جدول شماره ۵، رابطه تمامی مؤلفه‌ها با ابعاد و ابعاد با آموزش علوم تجربی تأیید شد.

طبق یافته‌ها؛ بُعد یادگیرندگانی مستقل مادام‌العمر (۰/۹۲) بیشترین نقش را در آموزش علوم تجربی داشته و بعد از آن،

به ترتیب ابعاد رویکرد مبتنی بر فناوری (۰/۸۸)، تفکر منطقی (۰/۸۶) و توسعه دانش محتوایی و پداگوژی (۰/۸۵) بیشترین نقش را در آموزش علوم تجربی داشتند. همچنین مؤلفه ترویج تفکر علمی (۰/۹۷) در بُعد تفکر منطقی؛ مؤلفه فرایند کسب تدریجی دانش (۰/۹۶) در بُعد یادگیرندگانی مستقل مادام‌العمر، مؤلفه توسعه زیرساخت‌های آزمایشگاه‌های مجازی (۰/۹۴) در بُعد رویکرد مبتنی بر فناوری و مؤلفه بسترسازی فراگیری روش‌های نوین تدریس (۰/۹۶) در بُعد توسعه دانش محتوایی و پداگوژی بیشترین نقش را داشتند.

برای سنجش سطح متغیرها و بررسی وضعیت عوامل درونی به دلیل نرمال بودن داده‌ها از آزمون تی-تست از نوع تک‌نمونه استفاده شد که نتایج آن در جدول شماره ۶ آورده شده است.

جدول ۶- نتایج آزمون تی-تک‌نمونه‌ای متغیرهای تحقیق

متغیر	میانگین	انحراف معیار	مقدار آماره آزمون	سطح معنی‌داری
توسعه مهارت‌ها	۶/۲۷	۰/۵۵	۳۴/۹۲	۰/۰۰۰
ترویج تفکر علمی	۶/۳۴	۰/۵۰	۳۹/۸۵	۰/۰۰۰
تفکر منطقی	۶/۳۱	۰/۵۱	۳۸/۳۴	۰/۰۰۰
فرایند کسب تدریجی دانش	۶/۱۹	۰/۵۷	۳۲/۳۲	۰/۰۰۰
کسب مجموعه گسترده‌ای از توانایی‌ها	۶/۲۰	۰/۵۴	۳۴/۶۵	۰/۰۰۰
یادگیرندگانی مستقل مادام‌العمر	۶/۲۰	۰/۵۳	۳۴/۹۶	۰/۰۰۰
توسعه زیرساخت‌های آزمایشگاه‌های مجازی	۶/۰۶	۰/۶۰	۲۹/۱۴	۰/۰۰۰
توسعه و تجهیز آزمایشگاه‌های حقیقی	۶/۲۱	۰/۵۴	۳۴/۳۹	۰/۰۰۰
رویکرد مبتنی بر فناوری	۶/۱۴	۰/۵۴	۳۳/۵۰	۰/۰۰۰
نقش استادان در تربیت معلم فکور	۶/۳۸	۰/۵۹	۳۴/۰۶	۰/۰۰۰
بسترسازی فراگیری روش‌های نوین تدریس	۶/۳۱	۰/۶۱	۳۲/۰۷	۰/۰۰۰
معماری برنامه درسی تربیت‌معلم	۶/۲۴	۰/۶۲	۳۰/۱۹	۰/۰۰۰
توسعه دانش محتوایی و پداگوژی	۶/۳۱	۰/۵۸	۳۳/۷۷	۰/۰۰۰

با توجه به جدول شماره ۶ سطح معناداری برای آزمون تمامی متغیرهای تحقیق برابر صفر و کمتر از ۰/۰۵ به دست آمد؛ لذا فرضیه صفر رد و فرضیه پژوهش تأیید می‌شود. به عبارتی مقدار میانگین بیشتر از ۴ (ارزش عدد آزمون = ۴) است، لذا می‌توان گفت که این متغیرها از نظر پاسخگویان در وضعیت مطلوبی هستند و میزان آن‌ها بالاتر از ارزش عددی آزمون است.

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از انجام پژوهش حاضر؛ طراحی، تدوین و اعتباریابی روش آموزش علوم تجربی به روش کاوشگری با رویکرد فناوری در آموزش بوده است. نتایج به‌دست آمده در پاسخ به سؤال اول این پژوهش نشان داد که مدل پارادایمی تحقیق مشتمل بر ۱۳ عنصر (۴ بُعد و ۹ مؤلفه) است که در اینجا به بررسی ابعاد و عناصر این مدل پرداخته می‌شود:

الف) یکی از این ابعاد، بعد تفکر منطقی است. این بعد دربرگیرنده دو مؤلفه توسعه مهارت‌ها و ترویج تفکر علمی است. در این خصوص باید گفت که توانایی تفکر منطقی برای هر فرد در جهت حل انواع مشکلات پیچیده امری لازم و ضروری و همچنین مورد نیاز است؛ زیرا مؤثرترین راه‌حل برای غلبه بر مشکلات و پیچیدگی‌های زندگی واقعی از طریق تفکر منطقی ارائه می‌گردد. با توجه به پیچیدگی‌های زندگی در قرن بیست و یکم، توانایی تفکر منطقی یکی از شایستگی‌های مهم قرن حاضر محسوب می‌گردد (ریانتی^۱ و همکاران، ۲۰۱۸)؛ لذا پرورش این مهارت و شکوفایی اندیشه شاگردان، از مهم‌ترین و فراگیرترین اهداف نظام آموزشی قلمداد می‌شود (گشمردی، ۱۴۰۱). در زمینه آموزش علوم تجربی، این برنامه درسی نیز با تأکید بر فرضیه‌سازی، شناسایی و کنترل متغیرها و استدلال از داده‌ها، ابزاری را فراهم می‌آورد تا به وسیله آن افراد بتوانند به شیوه‌ای منطقی درباره رویدادها و پدیده‌های روزمره برای غلبه بر مشکلات زندگی واقعی فکر کنند و مسائل را عملی حل نمایند (شفینا^۲ و همکاران، ۲۰۲۰؛ پارمین^۳ و همکاران، ۲۰۱۷؛ سزن و بولبول^۴، ۲۰۱۱). همچنین در علوم تجربی نیز مفاهیم انتزاعی، برای مثال بسیاری از مفاهیم فیزیولوژیکی زیادی وجود دارد که جهت درک و فهم بهتر این موضوعات، نیاز به توانایی دانش‌آموزان برای توانایی تفکر منطقی است (کیمیر^۵، ۲۰۱۲). این موضوعات باعث شده است تا یکی از اهداف یادگیری علوم تجربی، توانمندسازی توانایی‌های تفکر منطقی دانش‌آموزان قلمداد گردد (پارمین و همکاران، ۲۰۱۷). در ارزیابی‌های مطالعات تیمز نیز نشان داده شده است؛ دانش‌آموزانی که از تفکر منطقی بالاتری برخوردار هستند، توانایی بیشتری جهت پاسخ به سؤالات آزمون‌های تیمز دارند. البته موضوع تفکر منطقی، یکی از جنبه‌های حوزه علوم شناختی است که متأسفانه به طور مؤثری در آموزش و یادگیری اجرا نشده است (ریانتی و همکاران، ۲۰۱۸). تحقق این هدف نیز وابسته به تلاش معلمان است؛ لذا ضرورت دارد، مهارت‌های تفکر منطقی دانش‌آموزان توسط معلمان آموزش داده شود تا دانش‌آموزان به استفاده از این توانایی‌ها عادت نمایند (ساری و آریفکا^۶، ۲۰۲۳)؛ از این‌رو در این مطالعه، ترویج تفکر منطقی به عنوان یکی از ابعاد الگوی روش آموزش علوم تجربی به روش

¹ Riyanti

² Shafina

³ Parmin

⁴ Sezen & Bülbul

⁵ Çimer

⁶ Sari & Ariefka

کاوشگری با رویکرد فناوری در آموزش پیشنهاد گردیده است. همراستا با این مطالعه، هدایت^۱ و همکاران (۲۰۲۴) در پژوهشی اذعان می‌دارند که برای بهبود تفکر منطقی باید رویکردهای مختلف و نوآورانه عملی ایجاد شود. همچنین سطوح پایین تفکر منطقی برای دستیابی به مهارت‌هایی در سطوح بعدی، مانند مهارت‌های مورد نیاز امروز؛ یعنی مهارت‌های قرن بیست و یکم، پیامدهای منفی خواهد داشت. همچنین همسو با این یافته، نتایج مطالعه دوران و دوکمه^۲ (۲۰۱۶) نشان داد که، تلفیق فناوری با کاوشگری، تأثیرات قابل توجهی بر مهارت‌های تفکر منطقی دانش‌آموزان دارد.

ب) از دیگر ابعاد مدل پارادایمی پژوهش، می‌توان به بُعد یادگیرندگانی مستقل مادام‌العمر اشاره داشت.

این بُعد نیز دارای دو مؤلفه مشتمل بر فرایند کسب تدریجی دانش و کسب مجموعه گسترده‌ای از توانایی‌ها است. وقوع انقلاب علمی – تکنولوژیکی، کمبود برخی از روش‌های آموزشی رایج را برای جهان آموزش امروز و فردا آشکار ساخت (توشلینگ و انگمن^۳، ۲۰۰۶). به تبع آن نیز نظام‌های آموزشی ناگزیر از تغییر و تحول متناسب با نیازمندی‌های عصر کنونی شدند (حسینی و خادمی، ۱۳۹۴). در چنین وضعیتی کسب مهارت‌هایی همچون یادگیری مستقل و مادام‌العمر، کسب مهارت‌های حل مسئله و تصمیم‌گیری در موقعیت‌های پیچیده از اولویت بیشتری برخوردار گشت و از اهداف مهم در نظام‌های آموزشی تلقی گردید (سراجی، ۱۳۹۱). قابل توجه اینکه یادگیری مستقل شامل توجه به تفاوت‌های فردی، بازخورد شخصی، پذیرش مسئولیت یادگیری، ادراک خود و حل مسئله است، در واقع براساس یادگیری مستقل به فراگیران آموزش داده می‌شود که براساس سبک‌های یادگیری خود، توانایی و سرعت یادگیری خود، به جلو حرکت کنند. در این فرآیند از ایجاد جو رقابتی در کلاس درس و مقایسه با هم‌کلاسی‌ها پرهیز می‌گردد؛ فراگیران تشویق به پرسش و پرسیدن می‌شوند و تلاش بر این است که به کلیه نقطه نظرات و تکالیف آنان بازخورد فردی ارائه گردد (لیاقت‌دار و همکاران، ۱۳۹۷). مفهوم یادگیری مادام‌العمر نیز معطوف به رشد یکپارچه یک فرد به عنوان یک شخصیت برای تمام طول زندگی و سازگاری اجتماعی در دنیای معاصر است که به سرعت در حال تغییر است (تاتارینچوا^۴ و همکاران (۲۰۱۸). رویکرد این یادگیری نیز یک استراتژی خط‌مشی اساسی برای توسعه شهروندی، انسجام اجتماعی، اشتغال و برای تحقق فردی است (کمیسیون اروپا^۵، ۲۰۰۲). شایان ذکر است که یادگیری مادام‌العمر به عنوان یکی از هدف‌ها و اصولی تلقی می‌گردد که یادگیرندگان را با مهارت‌ها و توانایی‌های مورد نیاز برای خودآموزی مداوم در پایان تحصیلات رسمی مجهز می‌کند (رجب‌یان ده‌زیره و همکاران، ۱۳۹۵)؛ اما یادگیری مادام‌العمر منوط به کسب دانش پایه، مهارت یادگیری و اعتقاد

¹ Hidayat

² Duran & Dökme

³ Tuschling & Engemann

⁴ Tatarinceva

⁵ European Commission

به یادگیری است که کسب این رویه می‌بایست در دوره تحصیلی در فضای مدرسه شکل بگیرد (ادیب‌نیا، ۱۳۸۹). در یک جمع‌بندی کلی می‌توان گفت که در اینجا نه تنها کسب و گسترش دانش نظری هدف اصلی یادگیری و آموزش نیست، بلکه «توسعه شخصیت خود، شخصیتی که در نتیجه تجربه رو به رشد به واقعیت تبدیل می‌شود»، مدنظر است (توشلینگ و انگمن، ۲۰۰۶). همسو با این یافته، می‌توان به مطالعه محمدی‌مهر و خوشدل (۱۳۹۲) اشاره نمود. در همین رابطه آنان تأکید دارند که با توجه به سرعت تغییرات در نظام سلامت و نیازهای جامعه، لزوم بازنگری در آموزش پزشکی امری ضروری است؛ به طوری که پزشکی متناسب و آماده رویارویی با مشکلات قرن بیست و یکم تربیت گردند؛ بدین سبب دوره‌های آموزش پزشکی عمومی باید دانشجویان را برای یادگیری مستقل و مادام‌العمر آماده نماید. همچنین مربیان نیز می‌بایست فراگیران را در مسیر یادگیری مستقل هدایت نمایند تا علاوه بر آموختن نحوه یادگیری در محیط‌های مجازی و به کارگیری صحیح تکنولوژی، باعث شکل‌گیری یادگیری عمیق و معنی‌دار در آنان گردند؛ زیرا فراگیران امروزی باید «چگونه یاد گرفتن» را بیاموزند تا از این طریق به یادگیرندگانی مادام‌العمر تبدیل شوند که به طور مستقل و بدون وابستگی، در هر زمان و مکانی قادر به آموختن باشند. آنان باید به یادگیرندگانی مسئولیت‌پذیر تبدیل شوند که پس از پایان دوره تحصیل نیز یادگیری خود را ادامه دهند و در موقعیت‌های متفاوت از یادگیری خود به بهترین نحو ممکن استفاده نمایند. (عسکری و دهقانی ۱۴۰۱). نکته‌ای که باید در اینجا به آن اشاره شود؛ این است که، با توجه به این که هدف آموزش علوم تجربی، فراهم آوردن شرایطی است که یادگیرنده قابلیت و توانایی آن را پیدا کند که خود بدون اتکا به دیگران در تمام عمر به کسب سواد علمی که امروزه به یادگیری مادام‌العمر مشهور شده است، بپردازد؛ لذا در این مطالعه نیز یکی از ابعاد الگوی پیشنهادی، بُعد یادگیرندگانی مستقل مادام‌العمر بود. وظیفه نظام آموزشی هم این است که در جهت تربیت این‌گونه‌ای، تمام تلاش خود را به منصفه ظهور بگذارد.

ج) بُعد دیگر مدل پارادایمی تحقیق، بُعد رویکرد مبتنی بر فناوری است. این بُعد نیز شامل دو مؤلفه توسعه زیرساخت‌های آزمایشگاه‌های مجازی و توسعه و تجهیز آزمایشگاه‌های حقیقی می‌گردد. فناوری‌های نوین آموزشی به عنوان ابزار و شیوه‌ای برای ارتقای سطح کیفیت، کارایی، افزایش اثربخشی و بهره‌وری فرآیند آموزشی و همچنین بهبود فعالیت یادگیری و تدریس محسوب می‌گردند (خورسندی طاسکو و همکاران، ۱۴۰۲؛ غزنوی و همکاران، ۱۳۹۷؛ سلطانوا و سعدالله^۱، ۲۰۲۴)؛ به گونه‌ای که این فناوری‌ها قابلیت‌های متفاوتی را در این راستا فراهم آورده‌اند. این فناوری‌ها، باعث شکل‌گیری فرآیند تفکر مستقل دانش‌آموزان، افزایش اشتیاق و علاقه آنان به دانش و توسعه مهارت‌ها و کسب شایستگی‌ها و کاربرد عملی آنان می‌شود، همچنین استفاده از فناوری‌های نوین آموزشی، فعال‌شدن معلم و دانش‌آموز را به همراه دارد

¹ Sultanova & Sadullayev

(سلطانوا و سعدالله، ۲۰۲۴؛ گائو^۱، ۲۰۲۱). آموزش تفکر مستقل به دانش‌آموزان می‌تواند باعث افزایش کیفیت و کارایی بالای فرآیند آموزشی شود. بدین سبب، امروزه علاقه به استفاده از فناوری‌ها در فرآیند آموزشی رو به گسترش است. این فناوری‌ها به دانش‌آموزان می‌آموزد که دانشی را که می‌خواهند به دست آورند؛ خودشان بیابند، مستقل فکر کنند که در نتیجه در این رویکرد دانش‌آموز به شخصیت اصلی فرآیند آموزشی تبدیل می‌شود (سلطانوا و سعدالله، ۲۰۲۴). علاوه بر این، برخی از محققان، مانند پرایودی^۲ و همکاران (۲۰۲۱) به مطالب خاص‌تری توجه می‌کنند و اشاره دارند که فناوری‌های نوین آموزشی را می‌توان به عنوان ابزار کمک آموزشی آموزش سنتی برای ارتقای محتوا و ابداع روش‌های تدریس در نظر گرفت. در این رهگذر، فناوری‌های مذکور باعث تغییر شیوه‌های سنتی آموزش شده و یاریگر معلمان در بهبود آموزش و یادگیری شده‌اند (غزنوی و همکاران، ۱۳۹۷). این فناوری‌ها ظرفیت و قابلیت مناسب برای تولید محصولاتی ایجاد نموده که یادگیری انسانی را در ابعاد چپستی، مکانی، کیستی و زمانی متحول نموده و با تکیه بر سه بعد سخت-افزاری، نرم‌افزاری و حل مسائل آموزشی و همچنین طراحی الگوی آموزشی و محیطی یادگیری توانسته‌اند، فرآیند یادگیری را از مرحله تحلیل مخاطبان تا نهایی‌ترین مرحله یادگیری یعنی ایجاد تغییر در نگرش، رفتار و ایجاد یادگیری معنی‌دار در فرد هدایت و کنترل نماید (خورسندی طاسکو و همکاران، ۱۴۰۲). در نتیجه، ظهور و توسعه فناوری اطلاعات در نظام آموزشی کارآمد یک ضرورت غیرقابل انکار بوده و گامی بسیار اساسی در اصلاحات آموزشی محسوب می‌گردد (شفیعی سروستانی و همکاران، ۱۴۰۳). همچنین معلمان کارآمد نیز معمولاً با استفاده از فناوری‌های نوین آموزشی می‌توانند کلاسی مطلوب و پربار داشته باشند و نسبت به آنچه در کلاس درس‌شان اتفاق می‌افتد، نظارت کافی و وافی داشته باشند (غزنوی و همکاران، ۱۳۹۷؛ کردلو، ۱۴۰۰). شایان ذکر است که در فرآیند یاددهی - یادگیری؛ هر درس، مبحث و موضوع آموزشی، فناوری خاص خود را دارد و نقشه تکنولوژیکی که معلم برای اجرای درس تهیه کرده است، مهم است؛ زیرا این نقشه روند درس را به طور کلی منعکس می‌کند (سلطانوا و سعدالله، ۲۰۲۴). در این فرآیند؛ به کارگیری فناوری آموزشی، تعاملات مؤثر بین مخاطبان را افزایش می‌دهد؛ یعنی تعامل مبتنی بر نوآوری و حضور مبتنی بر با هم بودن را تجربه می‌کنند و معلم نیز روش‌های تدریس مؤثر و برنامه‌ریزی دقیق و اصولی و زیرساخت‌های فنی مناسب را بدون هیچ اختلالی که باعث افزایش انگیزه و ترغیب فراگیران به مبحث درسی می‌شود، فراهم می‌نماید. یافته‌های این پژوهش با نتایج خوش‌خلق و اسلامی، (۲۰۲۲) همسویی دارد. همچنین، همراهی با این یافته (گائو، ۲۰۲۱) اشاره دارد که به کارگیری تکنولوژی آموزشی مدرن در آموزش زبان انگلیسی می‌تواند به رشته‌های انگلیسی زبان کمک

¹ Gao² Prayudi

کند تا افق بین‌المللی خود را گسترش دهند، مهارت‌های انگلیسی خود را افزایش دهند و نتایج تدریس خود را بیشتر بهبود بخشند. با این تفاسیر، جامعهٔ امروزی به معلمانی شایسته با توانایی علمی و مهارتی نیاز دارد تا بتوانند فرآیند آموزشی را با استفاده از فناوری‌های نوین آموزشی طراحی کنند و در جهت دستیابی به توسعهٔ حرفه‌ای از طریق شکل‌گیری شایستگی‌های لازم در برخورداری از فناوری‌های نوین آموزشی تلاش نمایند. قابل ذکر است که در این مطالعه، بعد رویکرد مبتنی بر فناوری یکی از ابعاد الگوی پیشنهادی مدل پارادایمی تحقیق بود.

د) آخرین بعد مدل پارادایمی تحقیق نیز بعد توسعهٔ دانش محتوایی و پداگوژی است. این بعد اشاره به

آموزش و بهسازی منابع انسانی وزارت آموزش و پرورش دارد و مشتمل بر سه مؤلفه؛ نقش استادان در تربیت معلم فکور، بسترسازی فراگیری روش‌های نوین تدریس و معماری برنامه درسی تربیت معلم است. محیط کلاس شامل عناصر مختلفی مانند چیدمان فیزیکی، تعاملات معلم و دانش‌آموز، مواد آموزشی و جو کلی کلاس است که همه آنها به‌طور قابل توجهی بر مشارکت و پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان تأثیر می‌گذارد (ماچاریا^۱ و همکاران، ۲۰۲۳)؛ علاوه بر این، توسعهٔ حرفه‌ای معلم نقش مهمی در تقویت شیوه‌های آموزشی، استراتژی‌های آموزشی و مهارت‌های مدیریت کلاس دارد (واتنه^۲ و همکاران، ۲۰۲۰). معلمان می‌توانند با اصلاح مداوم دانش و تکنیک‌های خود، به نیازهای متنوع دانش‌آموزان خود، بهتر پاسخ دهند و محیط‌های یادگیری مساعدتری ایجاد کنند (والی^۳ و همکاران، ۲۰۱۹). در تحقیقات به اثبات رسیده است که رابطه بین توسعهٔ حرفه‌ای معلم و عملکرد تحصیلی دانش‌آموز رابطه مثبت معنی‌دار وجود دارد. این رابطه مثبت و معنی‌دار مشاهده شده بین توسعهٔ حرفه‌ای معلم و عملکرد تحصیلی دانش‌آموز بر پتانسیل تحول‌آفرین یادگیری و رشد مستمر معلم تأکید می‌کند (اسکریپ و پارادیس^۴، ۲۰۱۴). ابتکارات توسعهٔ حرفه‌ای مؤثر، فرصت‌هایی را برای معلمان فراهم می‌کند تا شیوه‌های آموزشی خود را اصلاح نمایند، استراتژی‌های آموزشی نوآورانه را تلفیق کنند و در جریان روندهای آموزشی نوظهور قرار بگیرند (الوانلی^۵ و همکاران، ۲۰۲۳). با سرمایه‌گذاری در توسعهٔ حرفه‌ای معلمان، مدارس می‌توانند فرهنگ بهبود مستمر و نوآوری را که مستقیماً بر نتایج یادگیری دانش‌آموزان تأثیر می‌گذارد، پرورش دهند (مارتین^۶، ۲۰۲۳). این موارد بر نیاز به برنامه‌های توسعهٔ حرفه‌ای جامع و هدفمند که به نیازهای متنوع معلمان پاسخ می‌دهد و با اهداف بهبود پیشرفت دانش‌آموزان همسو است، تأکید می‌کند (اوگوتا و گتانگه^۷، ۲۰۱۹). همراستا با مطالعه

¹ Macharia

² Watene

³ Wali

⁴ Scripp & Paradis

⁵ Alwaely

⁶ Martin

⁷ Oguta & Getange

حاضر، بیرد و الکساندر^۱، (۲۰۲۰)، کاوندیش^۲ و همکاران، (۲۰۲۱) و پکداگ^۳ و همکاران، (۲۰۲۱) اظهار می‌دارند که در آموزش؛ تعامل بین محیط کلاس، توسعه حرفه‌ای معلم و عملکرد تحصیلی دانش‌آموز به‌عنوان یک رابطه محوری بر نتایج آموزشی تأثیر می‌گذارد. در مدل پارادایمی این تحقیق نشان داده شد که در جهت دستیابی به آموزش اثربخش علوم تجربی به روش کاوشگری با رویکرد فناوری، می‌بایست توسعه حرفه‌ای معلمان از منظر دانش محتوایی و پداگوژی مد نظر متولیان امر قرار گیرد. به‌طور کلی حوزه‌های دانش، مشتمل بر دانش موضوعی و دانش پداگوژیکی است که از ترکیب این دو دانش، دانش تربیتی-موضوعی (پداگوژیک) حاصل می‌شود (رمضانی و همکاران، ۱۴۰۳). این دانش، زیرساخت-های نظری لازم را برای ورود به حرفه معلمی مهیا می‌سازد که مبنای تولید دانش اساسی دیگری چون دانش عملی آموزش و تدریس قرار می‌گیرد. آن‌چه که مسلم است، این است که می‌توان گفت که این دانش، یکی از عوامل تأثیرگذار در کیفیت یادگیری دانش‌آموزان است و به‌عنوان دانش درباره راه‌های مؤثر آرایه محتوا به یادگیرندگان در راستای ایفای نقش معلمان، به‌عنوان تسهیل‌کنندگان فرآیند یاددهی - یادگیری محسوب می‌گردد (احمدی و همکاران، ۱۳۹۵). همسو با این مطالعه، پژوهش رمضانی و همکاران (۱۴۰۳) نشان داد که زمانی که در برنامه آموزش معلمان، دانش‌های تربیتی-موضوعی، تربیتی و موضوعی در برنامه درسی آنان گنجانیده شود، دانش حرفه‌ای معلم به‌طور مطلوب و معنی‌داری ارتقا می‌یابد.

در مرحله دوم از مطالعه حاضر، در راستای اعتباریابی روش آموزش علوم تجربی به روش کاوشگری با رویکرد فناوری در آموزش و در پاسخ به سؤال دوم پژوهش؛ پرسشنامه‌ای برگرفته از مدل تدوین شده، طراحی گردید. برازندگی پرسشنامه با استفاده از تحلیل عاملی تأییدی مورد تجزیه تحلیل قرار گرفت. نتایج حاصل از تحلیل عاملی تأییدی و بررسی ضرایب بارهای عاملی نشان داد که دو سؤال دارای بار عاملی کمتر از ۰/۵ هستند. با حذف این دو گویه و با بررسی مدل جدید، نتایج نشان داد که میزان بار عاملی بین سؤالات پرسشنامه و متغیرهای مکنون مربوطه در سطح همبستگی بالا و معنی‌داری هستند. همچنین مقدار الفای کرونباخ و ارزش‌های پایایی مرکب در دامنه قابل قبول و در سطح مطلوبی قرار گرفت. برای تأیید روایی سازه‌های پژوهش، از روایی همگرا استفاده شد که طبق نتایج به‌دست آمده، همه معیارها در دامنه قابل قبولی قرار داشتند. بنابراین با توجه به داده‌های گردآوری شده و با احتمال ۹۵ درصد می‌توان اظهار داشت که سؤالات پرسشنامه، در واقع همان چیزی را می‌سنجد که مد نظر محققین این مطالعه بوده است. همچنین برای برازش مدل ساختاری نیز از معیارهای ضرایب معنی‌داری و R² استفاده شد. نتایج مبین این است که

¹ Byrd & Alexander

² Cavendish

³ Pekdağ

همه اعداد واقع بر مسیرها بالاتر از نقطه بحرانی هستند. همچنین همه مقادیر R^2 نیز در سطح قوی قرار گرفته بودند که نشان از مناسب بودن برازش مدل ساختاری و تأیید آن را دارد. در این مطالعه، برای برازش کلی مدل از معیار نیکویی برازش GOF استفاده شد. که مقدار آن در سطح قوی گزارش گردید که مبین کیفیت قابل قبول کلی مدل محسوب می‌گردد. با توجه به این موضوع، می‌توان بیان داشت که مدل پارادایمی تحقیق مشتمل بر ۱۳ عنصر (۴ بُعد و ۹ مؤلفه)، می‌تواند مورد تأیید قرار گیرد. برای سنجش سطح متغیرها و بررسی وضعیت عوامل درونی به دلیل نرمال بودن داده‌ها از آزمون تی-تست استفاده شد که نتایج این بخش نیز نشان داد که مقدار میانگین همه متغیرها، بالاتر از میانگین ارزش آزمون است. همراستا با این مطالعه، شامیان و بادله (۱۴۰۲) در مرحله کمی، از پرسشنامه محقق ساخته مبتنی بر مصاحبه استفاده نمودند، برای اعتباریابی الگو نیز مدلیابی معادلات ساختاری استفاده شد و بدین طریق الگوی مد نظر مورد تأیید قرار گرفت. همچنین در پژوهش گشمردی و اسداللهی (۱۴۰۳) در راستای اعتباریابی الگوی مورد مطالعه، پرسشنامه‌ای برگرفته از الگوی تحقیق تدوین گردید و سپس با استفاده از مدلیابی معادلات ساختاری و آزمون تی-تست از نوع تک‌نمونه‌ای روابط بین اجزا و وضعیت موجود مؤلفه‌های الگو تأیید شد. در تبیین این بخش از مطالعه حاضر، می‌توان گفت که با توجه به مناسب بودن برازش کلی مدل و تأیید آن و همچنین بالاتر بودن مقدار میانگین متغیرها از میانگین ارزش آزمون، مدل تدوین و طراحی شده در این تحقیق از اعتبار لازم برخوردار است.

در نهایت، مهم‌ترین دستاوردهای این مطالعه، پی‌بردن به نقش‌هایی است که تلفیق فناوری‌های آموزشی با روش کاوشگری می‌تواند در جهت آموزش علوم تجربی داشته باشد. روش کاوشگری با فناوری، پتانسیل زیادی را به نمایش می‌گذارد، مانند در دسترس بودن منابع و آمادگی معلم برای به حداکثر رساندن اثربخشی آن در آموزش علوم تجربی. اما قوی‌ترین متغیر تأثیرگذار بر روند یاددهی - یادگیری معلم است؛ فناوری‌ها تنها به اندازه روش استفاده از آن قدرتمند هستند، این معلم است که با انتخاب مؤثرترین روش، رویه یادگیری را در کلاس درس پیش می‌گیرد. به این ترتیب، نظر به نتایج به‌دست آمده؛ استفاده از این الگو در جهت کیفیت‌بخشی به آموزش و یادگیری درس علوم تجربی پیشنهاد می‌شود؛ اما برنامه‌ریزی جامع در جهت توسعه حرفه‌ای معلمان، چه پیش از خدمت (در هنگام تحصیل در دانشگاه‌های متولی امر تربیت معلم؛ دانشگاه فرهنگیان و دانشگاه شهید رجایی) و چه حین خدمت (با برگزاری دوره‌های آموزشی کوتاه‌مدت، کارگاه‌ها و سمینارهای آموزشی) می‌تواند در راستای دستیابی به فرآیند آموزش و یادگیری اثربخش درس علوم تجربی مؤثر واقع گردد. همچنین توسعه زیرساخت‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری در راستای کمک به تلاش‌ها و کوشش‌های بی‌شائبه معلمان این سرزمین در جهت تربیت نسل آینده‌ساز تراز جمهوری اسلامی ایران مورد تأکید است.

علاوه بر این، پیشنهاد محققین در مورد وارد کردن فناوری‌های نوین (به‌ویژه هوش مصنوعی) در مطالعات، می‌تواند به تحقیقات جدید در این حوزه کمک شایانی نماید.

تعارض منافع

«هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است»

منابع

- آقازاده، محرم (۱۳۸۴). راهنمای روش‌های نوین تدریس. تهران: انتشارات آبیژ.
- احمدی، احمد (۱۳۹۹). رویکرد درسی علوم تجربی. رشد آموزش فیزیک، ۳۶(۲)، ۸-۱۱.
- احمدی، غلامعلی؛ امینی‌زرین، علی‌رضا؛ مهدری‌زاده تهرانی، آیدین (۱۳۹۵). بازنگری انواع دانش معلمی (دیدگاه لی شولمن) از منظر نظریه خبرگی (دیدگاه الیوت آیزنر) و ارتباط آن با فناوری آموزشی نمونه‌ای از یک پژوهش توصیفی - تحلیلی. نوآوری‌های آموزشی، ۱۵(۴)، ۷-۲۸.
- ادیب‌نیا، اسد (۱۳۸۹). روش‌ها و فنون تدریس علوم تجربی (در مدارس ابتدایی). شوشتر: انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر.
- باقری، مهدی؛ حقانی، فریبا؛ محمدی‌کیا، سید احمد (۱۳۹۸). استفاده از روش تدریس کاوشگری در آموزش علوم پزشکی. مجله ایرانی آموزش در علوم پزشکی، ۱۹(۱۷)، ۱۵۷-۱۶۵.
- بختیار نصرآبادی، حسنعلی؛ نوروزی، رضا علی (۱۳۸۴). بررسی میزان تحقق اهداف شناختی درس علوم با روش‌های تدریس سنتی و کاوشگری. فصلنامه تعلیم و تربیت، ۸۴، ۸۷-۱۰۷.
- جعفری‌ثانی، حسین؛ پاک‌مهر، حمیده؛ عقیلی، علی‌رضا (۱۳۹۰). اثربخشی الگوی تدریس کاوشگری بر باورهای خودکارآمدی دانش‌آموزان در حل مسائل درس فیزیک. روانشناسی تربیتی، ۲۲(۷)، ۱-۲۰.
- جعفری‌ثانی، حسین؛ حسینی، مجتبی؛ سادات‌هاشمی، فروزان؛ لطفی، ملیحه (۱۳۹۳). بررسی تاثیر روش تدریس کاوشگری علمی بر رشد دانش فراشناختی دانش‌آموزان در درس علوم تجربی، راهبردهای شناختی در یادگیری، ۱(۲)، ۳۱-۴۸.
- جویس، بروس؛ ویل، مارشا؛ کالهن، امیلی (۱۳۸۶). الگوهای تدریس، ترجمه: محمدرضا بهرنگی، تهران: انتشارات کمال تربیت. ۵۷-۸۲.
- حسینی، نیره؛ خادمی، محسن (۱۳۹۴). چارچوب برنامه درسی مبتنی بر توسعه سواد اطلاعاتی در دوره ابتدایی. پژوهشنامه تربیتی، ۱۰(۴۲)، ۷۵-۹۸.

- خوهرسندی طاسکوه، علی؛ جامه‌بزرگ، زهرا؛ عسکری، امیر (۱۴۰۲). روند تکنولوژی‌های نوین در یادگیری و آموزش: با تأکید بر چالش‌ها و سیاست‌های مورد نیاز در عصر پساکرونا. فناوری‌های آموزشی در یادگیری، ۶(۱۹)، ۱۰۶-۱۲۸.
- رجب‌یان ده‌زیره، مریم؛ مقامی، حمیدرضا؛ اسماعیلی گوجار، صلاح؛ شریفاتی، سکینه (۱۳۹۵). تأثیر واقعیت افزوده آموزشی بر یادگیری مادام‌العمر و عملکرد یادگیری در دانش آموزان، فناوری آموزش و یادگیری، ۳(۹)، ۶۳-۹۱.
- رمضانی، عباس؛ شریفی، معصومه؛ نصر، صبا؛ مقدمی، پریسا (۱۴۰۳). توسعه دانش حرفه‌ای معلمان: ادغام محتوا و آموزش در تربیت معلمان. فصلنامه نوآوری‌های آموزشی، ۹(۲۳)، ۵۷-۸۲.
- سراجی، فرهاد (۱۳۹۱). محیط‌های یادگیری مجازی، امکانی برای کمک به بهبود فرهنگ یادگیری. راهبرد فرهنگ، ۱۷(۱۸)، ۲۷-۴۹.
- شفیعی سروستانی، مریم؛ میرغفاری، فاطمه؛ کشتکار، فاطمه (۱۴۰۳). طراحی چارچوب سیاست‌گذاری برنامه درسی مبتنی بر فناوری در نظام آموزش عالی: رویکرد فراترکیب. مطالعات برنامه درسی آموزش عالی، ۱۵(۳۰)، ۴۳-۶۷.
- شیخ‌زاده، مصطفی؛ مهرمحمدی، محمود (۱۳۸۳). نرم‌افزار آموزش ریاضی ابتدایی بر اساس رویکرد سازنده‌گرایی و سنجش میزان اثربخشی آن. فصلنامه نوآوری‌های آموزشی، ۸(۳)، ۳۲-۴۶.
- صدرالاشرفی، مسعود؛ ذاکری، علیرضا؛ احمدی، غلامعلی (۱۳۹۰). مهارت‌های کاوشگری در آموزش علوم، تهران: انتشارات دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی.
- صفوی، امان‌اله (۱۳۷۸). کلیات روش‌ها و فنون تدریس، تهران: انتشارات معاصر.
- عابدینی، رحمان (۱۳۹۱). آموزش روش تدریس و مهارت‌های کاوشگری به معلمان علوم تجربی و بررسی کارایی آن بر یادگیری و مهارت دانش‌آموزان سال سوم راهنمایی. دانشگاه شهید رجایی، دانشکده علوم پایه، پایان‌نامه کارشناسی ارشد.
- عسکری، فرزانه؛ دهقانی، مرضیه (۱۴۰۱). شناسایی عوامل تأثیرگذار بر روش تدریس معکوس در نظام آموزش عالی براساس رویکرد فراترکیب. پژوهش‌های برنامه درسی، ۱۲(۲)، ۱-۲۷.
- گشمردی، نوشین (۱۴۰۱). آموزش و یادگیری علوم تجربی برای قرن بیست و یکم. اولین کنفرانس ملی تازه‌های روانشناسی تکاملی و تربیتی، بندرعباس: دانشگاه هرمزگان.
- گلشن‌آبادی به‌آباد، آسیه (۱۳۹۳). بررسی کارآمدی مدارس هوشمند در تقویت توانمندی کاوشگری از دیدگاه معلمان و مدیران مقطع ابتدایی شهرستان کاشمر. دانشگاه تربیت معلم تهران، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد.
- مجاهد، مریم؛ حسنی، محبوبه؛ قاسمی، زینب (۱۳۹۲). رویکردی نوین در روش تدریس شیمی (ساخت‌گرایی). هشتمین سمینار آموزش شیمی ایران، دانشکده شیمی دانشگاه سمنان.
- لیاقت‌دار، محمدجواد؛ کاویانی، حسن (۱۳۹۷). بازنمایی تجارب دانشجویان از یادگیری فعال در کلاس معکوس: پژوهشی پدیدارشناسانه. فصلنامه فناوری اطلاعات و ارتباطات در علوم تربیتی، ۸(۳۲)، ۱۱۱-۱۳۸.

- محمدی‌مهر، مژگان؛ خوشدل، علی‌رضا (۱۳۹۲). بررسی وضعیت عناصر برنامه درسی دوره پزشکی عمومی دانشگاه علوم پزشکی ارتش با رویکرد یادگیری مادام‌العمر. *مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی ارتش جمهوری اسلامی ایران*، ۱۱(۴)، ۲۷۳-۲۸۱.
- ملکی آوارسین، صادق؛ مصطفی‌پور، روزینا (۱۳۹۴). بررسی تأثیر روش تدریس کاوشگری بر میزان پیشرفت تحصیلی درس علوم تجربی دانش‌آموزان پسر پایه پنجم ابتدایی. *آموزش و ارزشیابی*، ۸(۲۹)، ۴۳-۵۹.
- مؤمنی مهمویی، حسین؛ کرمی، مرتضی (۱۳۸۶). کاربست رویکرد ساخت و سازگرایی در آموزش و پرورش، پژوهش‌های تربیتی، ۱۱(۸۶)، ۱۳۲-۱۵۴.
- مؤمنی مهمویی، حسین؛ کرمی، مرتضی؛ سید شریفی کاخکی، مریم‌سادات (۱۳۹۳). تأثیر الگوی کاوشگری بر تفکر انتقادی و نگرش دانش‌آموزان نسبت به کتاب درسی علوم تجربی در دوره ابتدایی. *پژوهش در برنامه‌ریزی درسی*، ۱۱(۲)، ۱۱-۲۰.
- یارمحمدی واصل، مسیب؛ نوشادی، بهناز؛ مقامی، حمیدرضا؛ بهرامی، آرش (۱۳۹۵). مطالعه تأثیر آموزش روش کاوشگری بر تفکر انتقادی در درس علوم تجربی. *ابتکار و خلاقیت در علوم انسانی*، ۶(۲)، ۱۵۹-۱۷۴.
- Al-Husaeni, D. F., Munir, M. (2023). Literature review and bibliometric mapping analysis: Philosophy of science and technology education. *Indonesian Journal of Multidisciplinary Research*, 3(2), 219-234.
- Al-Malah, D. K. A. R., Majeed, B. H., ALRikabi, H. T. S. (2023). Enhancement the educational technology by using 5G networks. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (Online)*, 18(1), 137.
- Alwaely, S. A., El-Zeiny, M. E., Alqudah, H., Alamarnih, E. F. M., Salman, O. K. I., Halim, M., Khasawneh, M. A. S. (2023). The impact of teacher evaluation on professional development and student achievement. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, 17(7), e03484–e03484.
- Anderson, R. D. (2002). Reforming Science Teaching: What Research says about Inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, 13(1), 1-12.
- Baker, W. P., Leyva, K. (2003). What Variables Affect Solubility? *Science Activities*, 40(1), 23-26.
- Barstow, D. (2001). *Blueprint for change: Report from the national conference on the revolution in earth and space science education*. Cambridge, MA: TERC.
- Becker, S., Kleinb, P., Gößlingc, A., Kuhna, J. (2020). Using mobile devices to enhance inquiry-based learning processes. *Learning and Instruction*, 69(101350), 1-14.
- Bazelais, P. (2022). *Investigating the Impact of Blended Learning on Academic Performance in Higher Education*. McGill University (Canada).
- Byrd, D. R., Alexander, M. (2020). Investigating special education teachers' knowledge and skills: Preparing general teacher preparation for professional development. *Journal of Pedagogical Research*, 4(2), 72–82.
- Capobianco, B. M. (2007). A Self-Study of the Role of Technology in Promoting Reflection and Inquiry-Based Science Teaching. *Journal of Science Teacher Education*, 18, 271–295.

- Cavendish, W., Barrenechea, I., Young, A. F., Díaz, E., Avalos, M. (2021). Urban teachers' perspectives of strengths and needs: The promise of teacher responsive professional development. *The Urban Review*, 53(318)–333.
- Çimer, A. (2012). What makes biology learning difficult and effective : Students' views. *Educational research and reviews*, 7(3), 61–71.
- Collins, T., Gaved, M., Mulholland, P., Kerawalla, C., Twiner, A., Scanlon, E., Jones, A., Littleton, K., Conole, C., Tosunoglu, C. (2008). Supporting location-based inquiry learning across school, field and home contexts. Ironbridge Gorge, Shropshire, UK.
- Duran. M., Dökme. L. (2016). The effect of the inquiry-based learning approach on student's critical-thinking skills. *Eurasia Journal of Mathematics, Science Technology Education*, 12(12), 2887-2908.
- Edelson., D. C. (1999). Addressing the Challenges of Inquiry-Based Learning Through Technology and Curriculum Design. *Addressing the Challenges of Inquiry-Based Learning Through Technology and Curriculum Design*, 8(384), 391-450.
- Feldman, A., Konold, C., Coulter, B. (2000). Network science, a decade later – the Internet and classroom learning. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Gao, Y,. (2021). A survey study on the application of modern educational technology in English major college teaching in the age of 5G communication. *Theory and Practice in Language Studies*, 11(2), 202-209.
- Georgiou, Y., Tsivitanidou, O., Ioannou, A. (2021). Learning experience design with immersive virtual reality in physics education. *Educational Technology Research and Development*, 69(6), 3051–3080.
- Grangeat, M. (2016). Dimensions and modalities of inquiry-based teaching: Understanding the variety of practices. *Education Inquiry*, 7(4), 29863.
- Guba, E.G. and Lincoln, Y.S. (1994) Competing paradigms in qualitative research. In: Denzin, N.K. and Lincoln, Y.S., Eds., *Handbook of Qualitative Research*, Sage Publications, Inc., Thousand Oaks, 105-117.
- Hair, J. F., Ringle, C. M., Sarstedt, M. (2013). Partial least squares structural equation modeling: Rigorous applications, better results and higher acceptance. Long Range Planning: *International Journal of Strategic Management*, 46(1-2), 1-12.
- Harris, J., Hofer, M. J. (2023). Technology integration and constructivism: A review of research. *Educational Technology Research and Development*, 71(4), 703-725.
- Hidayat, F. A., Isnawati, I., Ramadany, L. D. (2024). Profile of Science Practicum Course, Logical Thinking Ability, and Systems Thinking for Prospective Science Teacher Students in Sorong Regency. *Equator Science Journal*, 2(2), 39-48.
- Hofstein, A., Navon, O., Kipnis, m., Mamlok-Naaman., M. (2005). Developing Students' Ability to Ask More and Better Questions Resulting from Inquiry-Type Chemistry Laboratories. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(7), 791-806.
- Hsiao, H.S., Chen, J., Hong, J.C., Chen, P.H., Lu, C.C., Chen, S. Y. (2017). A Five-Stage Prediction-Observation-Explanation Inquiry-Based Learning Model to Improve Students' Learning

- Performance in Science Courses. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(7), 25-36.
- Kamalpour M, Free m, Ashkani N, Ismailzadeh Z. (2017). Evaluation of media and information literacy of students of paramedical, nursing and midwifery faculties of Hormozgan University of Medical Sciences. *Journal of Modern Medical Information*, 6(1): 43-37.
- Khosh Akhlagh, H., Eslami, M. (2022). Presenting a model to strengthen the academic motivation of elementary school students with emphasis on educational technologies (interpretive modeling approach). *Technology of Education Journal (TEJ)*, 16(4), 681–694
- Kubicek, J. P. (2005). Inquirybased learning, the nature of science, and computer technology: New possibilities in science education. *Canadian Journal of Learning and Technology*, 31(1), 1-13.
- Linn, M.C., Songer, N. B., Eylon, B. S. (1996). Shifts and convergences in science learning and instruction. In *Handbook of educational psychology* (438–490). Riverside, NJ: Macmillan
- Llewellyn, D. (2002). *Inquire Within, implementing inquiry based science standards*, Corwin Press, Thousand Oaks, CA.
- Macharia, M., Okoth, U., Mugambi, M. (2023). Teachers’ appraisal of classroom physical environment on students’ academic performance in Kenya certificate of secondary education in Laikipia county. *The Journal of Quality in Education*, 13(22), 96–112.
- Martin, A. A. (2023). Exploring the impact of teacher quality on student academic achievement in primary schools. *American Journal of Social Sciences and Humanities*, 8(1), 35–45.
- Matos, M. T., Zannin, M. (2021). Educational Robotics: Building and Applying an App-controlled Car to Study Newton’s Laws. *Open Education Studies*, 3(1), 49–55.
- Nurdiana, R., Nur Effendi, M., Ningsih, Kp., Ichsan Abda, M., Aslan, A. (2023). Collaborative partnerships for digital education to improve students' Learning achievement at the institute of Islamic religion of Sultan Muhammad Sayyafuddin Sambas, Indonesia. *International Journal of Teaching and Learning*, 1(1), 1-15.
- Oguta, P. A., Getange, K. N. (2019). Influence of Teacher Professional Development on Learner Academic Achievement in Migori County, Kenya. *IOSR Journal Of Humanities And Social Science*, 24(4), 61-66.
- Parmin, S., Ashadi, S., Fibriana, F. (2017). Performance assessment of practicum work: Measuring the science student teachers’ logical thinking abilities. *Man in India*, 97(13), 141–152.
- Pedaste, M., Mitt, G., Jürivete, T. (2020). What is the effect of using mobile augmented reality in K12 inquiry-based learning?, *Education Sciences*, 10 (4), 94.
- Pekdağ, B., Dolu, G., Ürek, H., Azizoğlu, N. (2021). Exploring on-campus and in real school classroom microteaching practices: The effect on the professional development of preservice teachers. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 19, 1145–1166.
- Prayudi, R. A., Hakiki, A. K., Putra, N. R. D., Anzka, T. O., Ihsan, M. T. (2021). The use of technology in english teaching learning process, *Jurnal Riset Dan Inovasi Pembelajaran*, 1(2), 102-111.
- Rahmati, J., Izadpanah, S., Shahnava, A. (2021). A meta-analysis on educational technology in English language teaching. *Language Testing in Asia*, 11(7), 54-69.

- Riyanti, H., Suciati, S., Karyanto, P. (2018). Enhancing Students' Logical-Thinking Ability in Natural Science Learning with Generative Learning Model. *Biosainti-fika: Journal of Biology Biology Education*, 10(3), 648-654.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H., Hemmo, V. (2007). Science Now: Education, A Renewed Pedagogy for the Future of Europe. *Directorate-General for Research Science, Economy and Society*, EUR 22845, http://ec.europa.eu/research/rtdinfo/index_en.html.
- Sari, S., Ariefka, R. (2023). The Effect of Problem Based-Learning Based on Science Edutainment on Students' Logical Thinking. *EDUCARE: Journal of Primary Education*, 4(1), 47-54.
- Scripp, L., Paradis, L. (2014). Embracing the burden of proof: New strategies for determining predictive links between arts integration teacher professional development, student arts learning, and student academic achievement outcomes. *Journal for Learning through the Arts*, 10(1), 63-75.
- Sezen, N., Bülbül, A. (2011). A scale on logical thinking abilities. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 15, 2476-2480.
- Shafina, D., Lengkana, D., Jalmo, T., Maulina, D. (2022). the Effectiveness of Creative Problem Solving on Logical Thinking Ability and Mastery of Concepts. *Jurnal Pena Sains*, 7(1), 40-45.
- Shamsudin, N. M., Abdullah, N., Yaamat, N. (2013). Strategies of Teaching Science Using an Inquiry Based Science Education (IBSE) by Novice Chemistry Teachers. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 583-592.
- Siminto, Ruslan Afendi, HA., Achmad Widodo, SF. (2024). The Transforming of madrasah through the use of education technology. *International Journal of Teaching and Learning*, 2(5), 1338-1348.
- Sultanova, O. R., Sadullayev, S. S. (2024). Application of Modern Technologies in education of students. *Science and innovation*, 3(82), 431-433.
- Schunk, D. H. (2012). Learning theories an educational perspective sixth edition. Pearson.
- Tatarinceva, A. M., Sokolova, N. L., Mrachenko, E. A., Sergeeva, M. G., Samokhin, I. S. (2018). Factors determining individual success in Life-long learning. *Revista Espacios*, 39(2).
- Tuschling, A., Engemann, C. (2006). From Education to Lifelong Learning: The emerging regime of learning in the European Union. *Educational Philosophy and Theory*, 38(4), 451-469.
- Zaini, M., Barnoto, B., Ashari, A. (2023). Improving Teacher Performance and Education Quality through Madrasah Principal Leadership. *Kharisma: Jurnal Administrasi Dan Manajemen Pendidikan*, 2(2), 79-90.
- Van Uum, S.J., Verhoeff, R.P., Peeters, M. (2017). Inquiry-based science education: scaffolding pupils' self-directed learning in open inquiry. *International Journal of Science Education*, 1-21.
- Wali, Y. S., Abulifithi, F. A., Mustapha, M. A. (2019). Impact of classroom environment on students performance in English language. *Environment*, 10(17), 49-52.
- Wang, F., Kinzie, M., McGuire, P., Pan., E. (2010). Applying technology to inquiry-based learning in early childhood education. *Early Childhood Education Journal*, 37 (5);381-389.
- 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.

- Wijayanto, P. W., Thamrin, H. M., Haetami, A., Mustoip, S., Oktiawati, U. Y. (2023). The Potential of Metaverse Technology in Education as a Transformation of Learning Media in Indonesia. *Jurnal Kependidikan: Jurnal Hasil Penelitian dan Kajian Kepustakaan di Bidang Pendidikan, Pengajaran dan Pembelajaran*, 9(2), 396-407.
- Williams, P. J., Nguyen, N., Mangan, J. (2017). Using technology to support science inquiry learning. *Journal of Technology and Science Education*, 7(1), 26-57.
- Windschitl, M., (2002). Framing Constructivism in Practice as the Negotiation of Dilemmas: An Analysis of the Conceptual, Pedagogical, Cultural, and Political Challenges Facing Teachers. *Review of Educational Research*, 72(2), 131–175.