



New Educational Approaches

New Educational Approaches

E-ISSN: 2423-6780

Vol. 19, Issue 2, No.40, Autumn and Winter 2025, P:79-106

Received: 13/07/2024 Accepted: 04/12/2024

Research Article

The Effectiveness of Instruction Based on the Four-Component Instructional Design (4C-ID) Model on Meaningful Learning and Critical Thinking in Sixth-Grade Students of Ardabil

Nader Heidari Raziabad: Ph.D. Student in Educational Management, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran.

naderhdi@uma.ac.ir

Vahid Rahimzadeh: Master of Educational Research, Faculty of Education Sciences and Psychology, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran.

vahid.ssfb75@gmail.com

Ali Khaleghkhah *: Professor, Department of Educational Sciences, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran.

kahleghkhah@uma.ac.ir

Abstract

The aim of this study was to examine the effectiveness of instruction based on the Four-Component Instructional Design (4C-ID) model on meaningful learning and critical thinking in students. The research was applied in terms of purpose, quantitative in nature, and quasi-experimental in terms of methodology, with control and experimental groups. The statistical population included all sixth-grade students in Ardabil, Iran. The sample size was determined to be 40 students, using a non-random convenience sampling method from two sixth-grade classes in Ardabil. One class was assigned to be control group and the other to be the experimental group. The independent variable was instruction based on the 4C-ID model, while the dependent variables were meaningful learning and critical thinking. To measure meaningful learning, a researcher-made questionnaire was used. The reliability, composite reliability, construct validity, and confirmatory factor analysis of this questionnaire were examined and all were confirmed. Critical thinking was assessed using the Ricketts (2003) Critical Thinking Questionnaire, with a reported reliability coefficient of 0.91 by Derikvandi (2014). The findings indicated that instruction based on the 4C-ID model had a significant effect on both meaningful learning and critical thinking in sixth-grade students in Ardabil. The instruction accounted for 67% of the variance in meaningful learning and 77% of the variance in critical thinking ($p < 0.05$). In conclusion, it can be stated that using the 4C-ID instructional model significantly enhances meaningful learning and critical thinking in sixth-grade students, which carries important educational implications for teaching and learning practices.

Keywords: Four-Component Instructional Design (4C-ID), Meaningful Learning, Critical Thinking

* Corresponding Author



Introduction

One important aspect that provides a favorable learning situation is the teaching method. Previous research shows that the most important effective variable in the teaching process is the teacher's teaching method, which is based on the organization of course materials, the use of learning theories, and the use of various teaching techniques in the classroom (Goldberg & et al, 2021). One important component in the process of creating and consolidating the structure of making learning meaningful is connecting new knowledge with concepts that already exist in a person's cognitive structure. The greater the number of these connections, the deeper the learning and understanding (Safian Jozdani and Saadat Nia, 1400). The teacher should try to establish a meaningful relationship between what he wants to teach and what the students have already learned in teaching different subjects (Seif, 1401). The purpose of teaching is to prepare students for life, not only to transfer vocabulary knowledge, but also developing 21st century skills that lead to success in the labor market (Chu & et al, 2021). Paul & Elder (2019) defined critical thinking as the art of evaluating cognitive processes, a process aimed at continuous improvement, self-monitoring, control and correction. Critical thinking consists of a number of cognitive abilities and emotional dispositions (Ennis, 2018; Haber, 2020); Therefore, it includes not only the sum of skills, but also the willingness to use those skills. The ability to think critically about a specific topic requires knowledge of that topic and a willingness to use thinking skills (Ennis, 2018; Halpern & Sternberg, 2020). Most caring, successful and interested teachers are looking for new ways, new ideas, methods and solutions to make learning more attractive and effective for learners. Educational design is a teaching and learning tool that makes educational materials more effective and efficient (Qasemi Samani et al., 2020). The theoretical perspective of the model (4C-ID) is that complex skill training should be guided by principles that promote learning and transfer of learning (Wade & et al, 2020). The 4C-ID model has a strong foundation in research and has already been used in various types of research (Mulders, 2022). Finally, the purpose of this research is the effectiveness of education based on the four-component educational design model (4C-ID) on meaningful learning and critical thinking.

Method

Considering that the purpose of this research was the effectiveness of instruction based on the four-component educational design model (4C-ID) on meaningful learning and critical thinking. Results of the research can be directly used, therefore, the research was practical from the perspective of the purpose. Also, in terms of its nature, it was quantitative and in terms of its implementation method, the current research was semi-experimental with two control and experimental groups. The statistical population of the research was all sixth grade students of Ardabil city. Based on Cohen's table with an effect size of 0.4, test power of 0.8, the number of hidden variables (sum of independent and dependent variables) 3 and the number of manifest variables (sum of questionnaire questions) 59, the minimum sample size of 40 people was determined as the sample size. Using the available non-random sampling method, this number of students were selected from two classes of 20 students in the sixth grade of Ardabil city. The students of one class were designated as the control group and the students of the same class as the experimental group. The independent variable of education was based on the four-component educational design model (4C-ID) and the dependent variables were meaningful learning and critical thinking. The training protocol based on the four-component training design model (4C-ID) is introduced in 10 steps and aims to design the training courses correctly (Van Merriënboer & Kirschner, 2017). In order to measure the variable of meaningful learning, questions were designed for students using Bloom's perspective in three areas (cognitive, emotional and skill). In order to validate this questionnaire, it was distributed to 384 sixth grade students in Ardabil city. Due to the fact

that the statistics of the exact number of the statistical population (for validating the meaningful learning questionnaire) which were sixth grade students was not available, therefore the maximum sample size of Cochran's formula which is 384 was used. The non-random sampling method was available for validating this questionnaire. The reliability of the questionnaire was determined using Cronbach's alpha, and the combined reliability and validity of the questionnaire was determined using construct validity (convergent and divergent validity). In order to measure critical thinking, Ricketts (2003) critical thinking questionnaire was used. This standard questionnaire contains 33 items and three subscales. The subject answers on a 5-point Likert scale. In order to standardize this questionnaire, Ricketts (2003) implemented it on 60 subjects. The reliability coefficient of the subscales of this questionnaire was reported as follows: creativity at 0.75, arrogance at 0.57 and commitment at 0.86. Also, Derikundi (2013) reported the reliability coefficient of this scale as 0.91. The findings of the current research are presented in descriptive and inferential sections.

Findings

Based on findings obtained from the multivariate analysis of covariance (MANCOVA), to examine the significance of the effect of group membership, and considering the obtained significance level, there is a significant difference between the experimental and control groups in at least one of the dependent variables, meaningful learning and critical thinking, during the pre-test and post-test stages ($\text{sig} < 0.05$). According to the F values for the post-test of meaningful learning (73.400) and critical thinking (125.498), their significance levels were reported to be less than 5% ($\text{sig} < 0.05$). Furthermore, reports related to eta squared indicate that instruction based on the four-component instructional design model (4C-ID) can predict 67% of meaningful learning and 77% of critical thinking among sixth-grade students in Ardabil city. In conclusion, it can be stated that instruction based on the four-component instructional design model (4C-ID) has significantly influenced the meaningful learning and critical thinking of sixth-grade students in Ardabil city.

Discussion

Finally, according to the findings of the research, the following practical suggestions are suggested for the development of the application of instruction based on the four-component educational design model (4C-ID):

- Expanding the Model to other educational levels
- Training teachers in the use of the 4C-ID Model
- Utilizing technology in instruction based on the 4C-ID Model
- Enhancing active student participation in the learning process
- Encouraging Self-regulated learning
- Promoting collaboration between schools and families



اثربخشی آموزش مبتنی بر مدل طراحی آموزشی چهارمؤلفه‌ای (4C-ID) بر یادگیری معنادار و تفکر انتقادی دانش‌آموزان پایه ششم شهرستان اردبیل

نادر حیدری رضی آباد: دانشجوی دکتری مدیریت آموزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

naderhdi@uma.ac.ir

وحید رحیم زاده: کارشناسی ارشد تحقیقات آموزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

vahid.ssfb75@gmail.com

علی خالق خواه^{id}: استاد گروه علوم تربیتی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

kahleghkhah@uma.ac.ir

چکیده

هدف از انجام این پژوهش بررسی اثربخشی آموزش مبتنی بر مدل طراحی آموزشی چهارمؤلفه‌ای (4C-ID) بر یادگیری معنادار و تفکر انتقادی در دانش‌آموزان بود. پژوهش از منظر هدف کاربردی، از نظر ماهیت کمی و از نظر روش اجرا نیمه‌آزمایشی با دو گروه کنترل و آزمایش بود. جامعه آماری پژوهش کلیه دانش‌آموزان پایه ششم شهرستان اردبیل بودند. حجم نمونه ۴۰ نفر تعیین شد که با استفاده از روش نمونه‌گیری غیرتصادفی در دسترس، این تعداد دانش‌آموز از دو کلاس ۲۰ نفری پایه ششم شهرستان اردبیل انتخاب شدند. دانش‌آموزان یک کلاس به عنوان گروه کنترل و دانش‌آموزان کلاس دیگر به عنوان گروه آزمایش تعیین شدند. متغیر مستقل آموزش مبتنی بر مدل طراحی آموزشی چهارمؤلفه‌ای (4C-ID) بود و متغیرهای وابسته یادگیری معنادار و تفکر انتقادی بودند. به منظور اندازه‌گیری یادگیری معنادار از پرسشنامه پژوهشگر ساخته استفاده شد. پایایی، پایایی ترکیبی، روایی سازه و تحلیل عامل تأییدی این پرسشنامه بررسی و همگی تأیید شدند. برای سنجش تفکر انتقادی نیز از پرسشنامه تفکر انتقادی ریکتس (۲۰۰۳) استفاده شد که دریکوندی (۱۳۹۳) ضریب اعتبار این مقیاس را ۰/۹۱ گزارش کرده بود. یافته‌ها حاکی از آن بود که آموزش مبتنی بر مدل طراحی آموزشی چهارمؤلفه‌ای (4C-ID) بر یادگیری معنادار و تفکر انتقادی دانش‌آموزان پایه ششم شهرستان اردبیل اثربخش بود و این آموزش توانست ۶۷ درصد یادگیری معنادار و ۷۷ درصد تفکر انتقادی را پیش‌بینی کند ($\text{sig} < 0/05$). در نهایت، می‌توان گفت با استفاده از آموزش مبتنی بر مدل طراحی آموزشی چهارمؤلفه‌ای (4C-ID)، یادگیری معنادار و تفکر انتقادی دانش‌آموزان پایه ششم به طرز معنادار افزایش پیدا کرده است و این نتیجه ممکن است تلویحات آموزشی زیادی برای آموزش و پرورش داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: آموزش مبتنی بر مدل طراحی آموزشی چهارمؤلفه‌ای (4C-ID)، یادگیری معنادار، تفکر انتقادی.

مقدمه

یکی از جنبه‌های جالب توجه آموزش که موقعیت مطلوب یادگیری را فراهم می‌کند، روش آموزش است. پژوهش‌های پیشین نشان می‌دهند مهم‌ترین متغیر مؤثر در فرایند آموزش روش آموزش آموزگار است که مبتنی بر سازمان‌دهی مطالب درسی، استفاده از نظریه‌های یادگیری و همچنین، کاربرد فنون گوناگون آموزش در کلاس درس است (Goldberg et al., 2021). یادگیری^۱ مهم‌ترین رویداد زندگی است و بدون آن هیچ چیز معنا و مفهوم پیدا نمی‌کند؛ اما آنچه راه‌گشا و کلید حل مشکلات پیش روی یادگیرندگان است، یادگیری معنادار^۲ است.

یادگیری معنادار روش دیگر آموزشی است که آزوبل (Ausubel, 1963) تدوین کرد و یکی از الگوهای خانواده اطلاعات‌پردازی است که پژوهش‌های بسیار روی آن انجام شده‌اند و برای تشکیل ساخت شناختی دانش‌آموزان و معنادار کردن یادگیری به کار می‌رود (Angela, 2014; Kostianen et al., 2018). نظریه یادگیری آزوبل بر این باور است که دانش قبلی دانش‌آموزان بارز است؛ به طوری که آن‌ها می‌توانند ساختارهای ذهنی را با استفاده از نقشه‌های مفهومی به عنوان ابزاری به کار ببرند که امکان پی بردن و کشف مجدد دانش جدید را فراهم می‌کند (Rego et al., 2023). طبق نظریه آزوبل، تغییراتی که در سازه شناختی در نتیجه یادگیری رخ می‌دهد، اساس یادگیری است. بر اساس این نظریه، ساختار شناختی هر فرد در قالب یک هرم فرضی تحقق می‌یابد که در آن کلی‌ترین پرسش‌ها و مفاهیم در رأس هرم قرار دارند و مفاهیم و مطالب کمتر کلی و جامع در وسط هرم قرار دارند. معنا در نظریه آزوبل جایگاهی مهم دارد. عناصر معنادار به عناصری که قبلاً آموخته‌اند پیوند می‌خورند؛ در حالی که عناصر غیرمعنادار یا عناصری که به شیوه طوطی‌وار آموخته شده‌اند، بدون ارتباط با یکدیگر در ذهن پراکنده و انباشته می‌شوند؛ بنابراین، اگر یادگیرنده بتواند مطالب جدید را به مطالبی که قبلاً یاد گرفته است پیوند دهد، یادگیری او معنادار است. معلم باید بکوشد تا در آموزش مطالب مختلف بین آنچه می‌خواهد آموزش دهد و آنچه یادگیرندگان از قبل آموخته‌اند نوعی رابطه معنادار برقرار کند (سیف، ۱۴۰۱).

هدف آموزش آماده کردن دانش‌آموزان برای زندگی است؛ نه فقط برای انتقال دانش واژگانی، بلکه برای توسعه مهارت‌های قرن بیست و یکم که به موفقیت در بازار کار منجر می‌شود (Chu et al., 2021). به جای آموزش سنتی، استفاده از روش‌های جایگزین توصیه می‌شود که دانش واژگانی را به دانش شرطی تبدیل می‌کنند، انتقال دانش را ممکن می‌کنند، استفاده از دانش را برای راه‌حل‌های روزمره تسهیل می‌کنند و در نتیجه، مهارت‌های قرن بیست و یکم (تفکر تحلیلی، فراشناخت، تفکر انتقادی، حل مسئله، ارتباط مشارکتی، مهارت‌های خلاقیت) را توسعه می‌دهند. در تدریس سنتی، معلم اطلاعات را به صورت سخنرانی منتقل می‌کند، دانش‌آموزان معمولاً شرکت‌کنندگان منفعل هستند و یادداشت‌برداری می‌کنند؛ در حالی که بحث گروهی یا تمرین در طول درس نادر است. در نتیجه این عدم فعالیت، توجه دانش‌آموزان به راحتی منحرف می‌شود، آن‌ها مطالب درسی را به طور عمیق پردازش نمی‌کنند، بین اطلاعات ارائه شده ارتباط برقرار نمی‌کنند و بر اساس ایده‌های اصلی نتیجه‌گیری نمی‌کنند (Zhang et al., 2020; Lo & Hew, 2020; Oderinu et al., 2020; Lodhiya & Brahmabhatt, 2019). اتصال بین مطلب جدید آموخته شده به واسطه برنامه درسی بدون نظام آموزشی با مطالب آموخته شده قبلی یادگیری معنادار را برای یادگیرنده به همراه خواهد داشت. از سویی دیگر، در راستای نیل به یادگیری معنادار نقش تفکر یادگیرنده در فرایند

1 learning

2 meaningful learning

یادگیری غیرقابل انکار است. همان‌طور که مطرح شد، موفقیت هر نظام آموزشی به توانایی افراد آن در تحلیل و تصمیم‌گیری‌های متفکرانه بستگی دارد؛ به گونه‌ای که فرد بتواند نسبت به مشکلات پیرامونش حساس باشد، بیندیشد و انتقاد کند (Fong et al., 2017).

پاول و الدر تفکر انتقادی را هنر ارزیابی فرآیندهای شناختی، فرآیندی با هدف بهبود مستمر، خودنظارتی، کنترل و اصلاح تعریف کردند (Paul & Elder, 2019). تفکر انتقادی از تعدادی توانایی‌های شناختی و تمایلات عاطفی تشکیل شده است (Ennis, 2018; Haber, 2020)؛ بنابراین، نه فقط مجموع مهارت‌ها، بلکه تمایل به استفاده از آن مهارت‌ها را نیز شامل می‌شود. توانایی تفکر انتقادی در رابطه با یک موضوع مشخص مستلزم دانش آن موضوع و تمایل به استفاده از مهارت‌های تفکر است (Ennis, 2018; Halpern & Sternberg, 2020). بُعد شناختی شامل مهارت‌های تفکر انتقادی مانند تحلیل، تبیین، تفسیر، استقراء، استنتاج و تشخیص مفروضات است (Abrami et al., 2008; Davies & Barnett, 2015; Haber, 2020). می‌توان شش مهارت شناختی کلی را برجسته کرد: تفسیر، تحلیل، ارزیابی، نتیجه‌گیری، توضیح و خودتنظیمی. دیویس و بارنت مهارت‌های شناختی تفکر انتقادی را در چهار گروه طبقه‌بندی کردند (Davies & Barnett, 2015). مهارت‌های تفکر در سطح پایین شامل تفسیر، تبیین و تشخیص مفروضات، مهارت‌های تفکر در سطح بالاتر شامل تجزیه و تحلیل و ترکیب و مهارت‌های پیچیده شامل استقراء، استنتاج و مهارت‌های فراشناختی در بالاترین سطح قرار دارند. مهارت‌های پیچیده و فراشناختی تفکر انتقادی نیازمند فعال‌سازی فرآیندهای شناختی سطح بالاتر و همچنین، استفاده آگاهانه از مهارت‌های شناختی سطح پایین و بالا و آگاهی فراشناختی هستند (Magno, 2010; Mohseni et al., 2020; Amin et al., 2020; Lukitasari et al., 2019). گرایش‌های تفکر انتقادی حالت‌های عاطفی از عادات هستند و مهارت نیستند. گرایش شامل مجموعه‌ای از نگرش‌ها و آمادگی روان‌شناختی برای تفکر انتقادی است (Davies & Barnett, 2015; Haber, 2020D). این عادات فکری را می‌توان به سه دسته تقسیم کرد. می‌توان درباره مؤلفه‌های شناختی (تحلیل، تفکر سیستماتیک)، مؤلفه‌های شخصیت (اعتماد به نفس، بلوغ شناختی) و مؤلفه‌های انگیزشی (ذهن باز، حقیقت‌جویی، کنجکاوی) صحبت کرد (Cui et al., 2021). ذهن باز به عنوان تمایل، به معنای گشودگی نسبت به ایده‌هایی که ما با آن‌ها مخالف هستیم و تفکر از دیدگاه‌های مخالف است (Chen et al., 2020; Cui et al., 2021; Haber, 2020; Moattari et al., 2019; As'ari et al., 2019). تمایل حقیقت‌جویانه برای هدف گرفتن بهترین درک از یک موقعیت (As'ari et al., 2019) مبنایی برای به‌کارگیری مهارت‌های تفکر انتقادی مانند استنتاج، ارزیابی، توضیح، تفسیر، امکان تصمیم‌گیری عینی‌تر و دقیق‌تر است (Chen et al., 2020; Cui et al., 2021; Noone & Seery, 2018; Rauscher & Badenhorst, 2020; As'ari et al., 2019). در تفکر انتقادی، فرد مسأله را به بخش‌هایی تقسیم می‌کند، پاسخ‌های خود را به طور جداگانه بررسی می‌کند تا ببیند چقدر با کل مطابقت دارد و به دنبال خطاها و مشکلات در حین حل مسأله می‌گردد. از سوی دیگر، تمایل به تفکر سیستماتیک (ترتیب، سازمان‌دهی، برجسته کردن اطلاعات و توانایی تمرکز بر اطلاعات) در این نوع تفکر نیز وجود دارد (Chen & et al., 2020; Cui & et al., 2021; Maharani & et al., 2019). مطالعات متعدد تفاوت‌های جنسیتی را در مهارت‌ها و تمایلات تفکر انتقادی بررسی کرده‌اند؛ اما نتایج بسیار متفاوت است.

بیشتر معلمان دلسوز، موفق و علاقه‌مند به دنبال روش‌ها، ایده‌ها و راه‌حل‌های جدید هستند تا یادگیری را برای فراگیران جذاب‌تر و مؤثرتر کنند. چالشی که معلمان با آن روبه‌رو هستند این است که چگونه نظریه‌های جدید و ایده‌های خوب را به کار گیرند. برای جذابیت و مقبولیت بیشتر مواد آموزشی و برطرف کردن نیازهای آموزشی و

همچنین، نیازهای فردی فراگیران، باید از مدل طراحی آموزشی (که متناسب با موقعیت و موضوع تدریس ما باشد) استفاده کنیم. طراحی آموزشی^۱ ابزاری برای تدریس و آموزش است و باعث می‌شود مواد آموزشی مؤثر و کارآمد باشند (قاسمی سامنی و همکاران، ۱۳۹۹). طراحی شامل عوامل بسیار است که ممکن است در اجرای یک طرح آموزشی تأثیرگذار باشند (Smith & Ragan, 2005). درباره طراحی آموزشی تعاریفی متعدد وجود دارند؛ بنا بر تعریف ریگلوت، طراحی آموزشی «دانش و اطلاعاتی است که فعالیت‌های آموزشی برای بهینه‌سازی پیامدهای مطلوب مانند پیشرفت تحصیلی و تأثیر آن را تجویز می‌کنند» (Reigeluth, 1983). در تعریفی دیگر، ریزر و دمپسی طراحی آموزشی را به این صورت ارائه کرده‌اند: «به عنوان یک فرآیند سیستماتیک تعریف می‌شود که برای توسعه برنامه‌های آموزشی به صورت منسجم و قابل اعتماد استفاده می‌شود» (Reiser & Dempsey, 2007). طراحی آموزشی شرايطی را فراهم می‌آورد تا تمامی عناصری که در فرایند آموزش و یادگیری حضور دارند به نحو مطلوب در کنار یکدیگر قرار گیرند؛ از این رو، طراحی آموزشی به عنوان یک فعالیت اساسی در راستای دستیابی به اهداف آموزشی نقشی مهم را ایفا می‌کند (Morrison et al., 2019).

از آنجا که آموزش و یادگیری در فرآیند تربیت ضرورتی ویژه دارد، طراحی آموزشی نیز از جایگاهی ویژه و ممتاز برخوردار است (عبدلی و همکاران، ۱۳۹۸). این الگوها و نمودارهای طراحی آموزشی هستند که فرآیند طراحی آموزشی را مؤثر می‌کنند. الگوهای طراحی آموزشی می‌توانند به عنوان یک نقشه راه و راهنمای حل مشکلات آموزشی باشند (Reigeluth, 2013). الگوهای طراحی آموزشی نقشه کار یا طرح از پیش تعیین شده فعالیت‌هایی هستند که طراح آموزشی در شرایط متفاوت از آن پیروی می‌کند تا به نتایج مدنظر دست یابد. الگوهای مختلف طراحی آموزشی بر اساس دیدگاه‌های مختلف درباره تعریف یادگیری، چگونگی یادگیری و اهداف مهم یادگیری شکل گرفته‌اند (وحدانی اسدی، ۱۴۰۰). در حوزه طراحی آموزشی شاهد الگوهای مختلف طراحی آموزشی هستیم که طراحان را در موقعیت‌های مختلف کمک می‌کنند (Gustafson & Branch, 2002). از طرف دیگر، با مطرح و پذیرفته شدن یافته‌های جدید در زمینه یادگیری و آموزش، این الگوها بازنگری می‌شوند تا چنین پیشرفت‌هایی را لحاظ کنند. تحولات در قرن بیست و یکم نیاز به کسب مهارت‌های پیچیده مانند حل مسئله، استدلال (علمی)، تصمیم‌گیری، خلاقیت، نوآوری و تفکر انتقادی توسط دانش‌آموزان را افزایش داده است (Van Merriënboer & Kirschner, 2017). نمونه‌های بسیار از مدل‌های طراحی آموزشی موجود هستند که برای آموزش یادگیری مهارت‌های پیچیده ساخته شده‌اند: کارآموزی شناختی^۲ (Collins et al., 1988)، چهارم^۳ (McCarthy, 1996)، رویدادهای آموزشی^۴ (Andre, 2013)، حل مسئله مشارکتی^۵ (Nelson, 1999)، سازنده‌گرایی و محیط‌های یادگیری سازنده‌گرایی^۶ (Jonassen, 1999)، یادگیری به وسیله انجام دادن^۷ (Schank et al., 1999)، رویکردهای چندگانه درک و فهم^۸ (Gardner, 1999)، میراث ارزشمند^۱ (Schwartz et al., 1999) و مدل طراحی آموزشی چهارمؤلفه‌ای^۲ (Van Merriënboer et al., 2002).

1 instructional design

2 cognitive apprenticeship

3 4-mat

4 instructional episodes

5 collaborative problem solving

6 constructivism and constructivist learning environments

7 learning by doing

8 multiple approaches to understanding

طراحی آموزشی چهارمؤلفه‌ای (4C-ID) در ابتدا توسط ون مرینبوئر^۳ و همکاران در اوایل دهه ۱۹۹۰ برای طراحی برنامه‌های آموزشی برای مهارت‌ها پیچیده ارائه شد (Frerejean et al., 2019). نظریه‌های یادگیری که مدل 4C-ID بر اساس آن‌ها استوار است، نظریه بار شناختی^۴ - جان سولنر^۵ و نظریه مایر^۶ در یادگیری چندرسانه‌ای هستند (Melo, 2018). دیدگاه نظری مدل 4C-ID این است که آموزش مهارت پیچیده باید با اصولی هدایت شود که یادگیری و انتقال یادگیری را تقویت کند (Wade et al., 2020). مدل 4C-ID دارای پایه و اساس قوی در پژوهش‌ها است و قبلاً در انواع مختلف پژوهش‌ها استفاده شده است (Mulders, 2022). مدل چهارمؤلفه‌ای بیان می‌کند برنامه‌های آموزشی را همیشه می‌توان در قالب چهار مؤلفه مرتبط با یکدیگر توضیح داد.

این مدل چهار مؤلفه اصلی را برای هر تکلیف یادگیری پیشنهاد می‌کند:

- وظایف یادگیری^۷
- اطلاعات پشتیبان^۸
- اطلاعات به موقع^۹
- تمرین خرده وظیفه‌ها^{۱۰}

وظایف یادگیری: فعالیت‌های یادگیری هستند که تجربه‌های یادگیری عملی و آزمایشگاهی را پیشنهاد می‌کنند. این فعالیت‌ها در رابطه با مشکل واقعی مرتبط با حوزه یادگیری/تدریس تصور می‌شوند که برای دستیابی به راه حل به مهارت‌ها، شایستگی‌ها و نگرش‌ها نیاز دارند. هدف، پیشنهاد فعالیت‌هایی برای یادگیری تجربی به منظور انتقال شایستگی‌های آموخته شده در یک محیط واقعی است. تکالیف یادگیری منفرد دارای تنوع زیاد و ساختارهایی متفاوت هستند که متضمن راه حل‌های متفاوت هستند. طراحی آموزشی باید تکلیف یادگیری را با افزایش تدریجی دشواری تعریف کند؛ یعنی از سطح ساده به دشوار سازمان دهی شوند. وظایف یادگیری، عینی، معتبر و معنادار در زندگی واقعی هستند که فراگیران را با تمام مهارت‌های تشکیل دهنده یک مهارت پیچیده روبه‌رو می‌کنند (Sweller et al., 1998). مؤلفه وظیفه یادگیری به گونه‌ای مدل سازی شده است که یادگیرندگان را در حل معنادار مسأله درگیر کند (Wade et al., 2020).

اطلاعات پشتیبان: نشان دهنده منابع یادگیری است که در طول یک فرآیند یادگیری یا بلافاصله قبل از آن به منظور ایجاد زمینه مناسب نشان داده شده است. این مرحله شامل داده‌هایی است که ممکن است برای دانش آموز با هدف مدیریت حل مسأله، توضیح و استدلال مهم باشد. دانش آموزان برای پیشرفت در تکالیف یادگیری یا راه حل‌های پیشرفته آن‌ها به اطلاعات پشتیبان نیاز دارند که اجازه ایجاد ارتباط بین وظایف مختلف یادگیری را می‌دهد. مؤلفه اطلاعات پشتیبانی زیرمؤلفه وظیفه یادگیری است و شامل درک مفهومی، استدلال اطلاعات جدید، حل مسأله و ارزیابی شناختی

1 star legacy

2 4C-ID (four component instructional design model)

3 Van Merriënboer

4 cognitive load theory

5 John Sweller

6 Mayer

7 learning task

8 supportive information

9 procedural information

10 part-task practice

است (Van Merriënboer et al., 2002). این اطلاعات برای کار مفید روی تکالیف یادگیری، پل ارتباطی بین آنچه یادگیرندگان از قبل می‌دانند و آنچه باید بدانند را ایجاد می‌کند. این اطلاعات پشتیبان است که شکاف بین دانش آموزان و آنچه را که برای توسعه مهارت‌های پیچیده‌ای که در حال یادگیری هستند باید بدانند، پر می‌کند. اطلاعات پشتیبان به یادگیرندگان کمک می‌کند تا روابطی معنادار بین عناصر ارائه‌شده جدید و دانش قبلی خود برقرار کنند. اطلاعات پشتیبان اطلاعاتی است که معلمان معمولاً آن را «نظریه» می‌نامند (Melo, 2018).

اطلاعات رویه‌ای: برای اجرای وظایف معمول بسیار مهم است. با استفاده از این اطلاعات دانش آموزان می‌توانند رویه‌های بازگشتی را انجام دهند و مهارت‌های خود را بهبود بخشند. اطلاعات رویه‌ای یک ابزار توضیحی برای یک مشکل مشخص بسیار مهم است. این اطلاعات پیش‌نیاز یادگیری و انجام جنبه‌های معمول وظایف یادگیری است. این اطلاعات فقط در لحظه‌ای که به آن نیاز است نمایش داده می‌شود و به همین دلیل به آن اطلاعات «در زمان» (TIJ)^۱ نیز گفته می‌شود.

تمرین خرد و وظیفه‌ها: خرد و وظیفه‌ها یک دارایی اختیاری هستند. این مرحله نشان‌دهنده فعالیت‌هایی است که بخشی از شایستگی‌های ویژه را آموزش و ابعاد مختلف مهارت‌های پیچیده را پوشش می‌دهد. تمرین‌های خرد و وظیفه ممکن است خودکار شوند و برای اجرای وظایف یادگیری پیچیده مورد نیاز هستند. این تمرین‌ها زمانی پیشنهاد می‌شوند که دانش آموز یک روال مشخص را بداند. همچنین، این تمرین‌ها می‌توانند به صورت مستقیم یا غیرمستقیم به یک تکلیف یادگیری مشخص کمک کنند. این تمرین یک نوع استفاده معمولی برای ایجاد مهارت‌های مکرر در درون وظایف یادگیری است. در مدل چهارمؤلفه‌ای، مؤلفه‌های یک و دو به طراحی تمرین و مؤلفه‌های سه و چهار به طراحی اطلاعات مربوط هستند (Van Merriënboer et al., 2002).

طراحی آموزشی چهارمؤلفه‌ای (4C-ID) از اهمیت بسیار برخوردار است. این روش آموزشی این امکان را به دانش آموزان می‌دهد تا به طور فعال در فرآیند یادگیری شرکت کنند و به صورت معنادار اطلاعات را جذب کنند. اهمیت این روش آموزشی در یادگیری معنادار این است که به دانش آموزان این امکان را می‌دهد تا با مباحث آموزشی ارتباط برقرار کنند و به صورت فعال در فرآیند یادگیری شرکت کنند. این روش آموزشی از روش‌های سنتی که بیشتر بر اساس حفظ و تکرار اطلاعات هستند، متمایز است و به دانش آموزان این امکان را می‌دهد تا با اندیشیدن و تفکر انتقادی مشکلات را ارزیابی کنند؛ در نتیجه، طراحی آموزشی چهارمؤلفه‌ای (4C-ID) و نمرینوئر در بهبود یادگیری معنادار و تفکر انتقادی دانش آموزان اهمیت بسیار دارد و باید در فرآیند آموزش و پرورش به عنوان یک روش مؤثر واقعی به کار گرفته شود. این روش آموزشی به دانش آموزان این امکان را می‌دهد تا مهارت‌های لازم برای موفقیت در زندگی روزمره خود را کسب کنند و به طور کامل آماده ورود به جامعه شوند. در همین راستا، نتایج پژوهش حسین‌زاده و همکاران نشان داد طراحی آموزش بر اساس مدل یادگیری پیچیده (4C-ID) باعث بهبود نتایج یادگیری، تفکر انتقادی و تعامل آگاهانه با رسانه‌ها شد (Hosseinzadeh et al., 2023). آرنالدو در پژوهش خود نشان داد به کارگیری استفاده از مدل 4C-ID در مازول‌های فیزیک الکترونیکی (e-PMs)^۲ موجب بهبود یادگیری معنادار در میان دانشجویان آکادمی نظامی فیلیپین^۳

1 Just in Time

2 Electronic physics modules

3 Philippines

می‌شود (Arnaldo, 2023). نجفی‌نژاد مشیزی و همکاران (۱۴۰۰) به این نتیجه رسیدند که دانش‌آموزانی که در معرض آموزش مجازی به روش چندرسانه‌ای طراحی شده مبتنی بر الگوی چهارمؤلفه‌ای (4C-ID) ون مرینوئر قرار گرفتند، نسبت به آن دسته از دانش‌آموزانی که به روش سنتی آموزش دیدند، در میزان یادگیری و انگیزش تحصیلی افزایش و برحسب بار شناختی کاهش نشان می‌دهند. نتیجه گرفته می‌شود که می‌توان از آموزش چندرسانه‌ای مبتنی بر الگوی چهارمؤلفه‌ای (4C-ID) ون مرینوئر برای افزایش یادگیری و انگیزش تحصیلی دانش‌آموزان و بهبود شرایط آموزش از راه دور بهره برد. در پژوهشی دیگر، ساجدی‌راد و همکاران (۱۴۰۰) معتقد بودند نتایج پژوهش به طراحی الگویی منجر شد که شامل هفت بُعد (تحلیل و ارزیابی، روحیه نقد، خلاقیت، مهارت‌های زندگی، تفکر انتقادی، عزت نفس و یادگیری) بود. نتایج در بخش کمی پژوهش نشان داد الگوی طراحی شده موجب افزایش مهارت‌های انتقادی و تفکر انتقادی دانش‌آموزان شده است. احمدی و همکاران (۱۳۹۸) به این نتیجه رسیدند که استفاده از مدل طراحی آموزشی چهارمؤلفه‌ای برای یادگیری موضوع‌های پیچیده با موفقیت همراه بوده است. پوستما و وایت نیز معتقد بودند مدل 4C-ID می‌تواند عملاً برای مدیریت بار شناختی در طول تمرین‌های تکراری به کار رود. این مدل همچنین پیش‌بینی‌هایی را برای بازخورد شناختی پس از ارزیابی به منظور حذف تصورات غلط درباره محتوا و توسعه راهبردهای شناختی یادگیرنده فراهم می‌کند (Postma & White, 2015). مرادی و همکاران (۱۳۹۲) به این نتیجه رسیدند که به کارگیری شیوه‌های جدید آموزشی سبب می‌شود تا دانش‌آموزان به طور عمیق تفکر کنند، چگونه یاد گرفتن را بیاموزند و به یادگیرندگان همیشه‌گی تبدیل شوند. لیم و همکاران در پژوهش خود به دنبال این بودند که در شرایط تمرین کل کار که بر اساس مدل 4C-ID ون مرینوئر بود، یادگیرندگان از ابتدا با کل مهارت پیچیده آشنا شوند و موظف بودند تا در طول واحد آموزشی یک سری کارهای کلی را تمرین کنند. نتایج نشان داد گروه تمرین کل کار در آزمون یادگیری و آزمون انتقال به طرز جالب توجه بهتر از گروه تمرین جزء کار عمل کرد. دلیل مؤثر بودن الگوی چهارمؤلفه‌ای در یادگیری موضوع‌های پیچیده را می‌توان این گونه بیان کرد که الگوی آموزشی چهارمؤلفه‌ای از ده مرحله استفاده می‌کند و هر مرحله با سطح یادگیری زبان آموز تطبیق داده می‌شود و در صورت لزوم، اطلاعات پشتیبانی و کمک آموزشی ارائه می‌شود (Lim et al., 2009). همچنین، در ابتدای درس، اهداف درس مشخص می‌شوند و برای دستیابی به این اهداف از وظایف واقعی استفاده می‌شود و بر راهبردهای تدریس تأکید می‌شود و محتوای دوره به طور مناسب سازمان‌دهی می‌شود که این امر امکان یادگیری عمیق‌تر و پایدارتر را فراهم می‌کند (دهقان‌زاده و همکاران، ۱۳۹۴). بنا بر آنچه مطرح شد و با توجه به ادبیات و پیشینه پژوهشی که بررسی شد، پرسش پژوهش حاضر به شرح زیر است:

آیا آموزش مبتنی بر مدل طراحی آموزشی چهارمؤلفه‌ای (4C-ID) بر تفکر انتقادی و یادگیری معنادار دانش‌آموزان پایه ششم اثربخش است؟

روش پژوهش

با توجه به اینکه هدف پژوهش حاضر اثربخشی آموزش مبتنی بر مدل طراحی آموزشی چهارمؤلفه‌ای (4C-ID) بر یادگیری معنادار و تفکر انتقادی بود و از نتایج پژوهش می‌توان به طور مستقیم استفاده کرد، پژوهش از منظر هدف

کاربردی بود. همچنین، پژوهش حاضر از نظر ماهیت کمی و از نظر روش اجرا نیمه‌آزمایشی پیش‌آزمون و پس‌آزمون با دو گروه کنترل و آزمایش بود. جامعه آماری پژوهش کلیه دانش‌آموزان پایه ششم شهرستان اردبیل بودند. بر اساس جدول کوهن^۱، با اندازه اثر ۰/۴، توان آزمون ۰/۸، تعداد متغیر پنهان (مجموع متغیرهای مستقل و وابسته) ۳ و تعداد متغیرهای آشکار (مجموع پرسش‌های پرسشنامه) ۵۹، دست‌کم حجم نمونه ۴۰ نفر تعیین شد که با استفاده از روش نمونه‌گیری غیرتصادفی در دسترس، این تعداد دانش‌آموز از دو کلاس ۲۰ نفری پایه ششم شهرستان اردبیل انتخاب شدند. از دانش‌آموزان یک کلاس ۲۰ نفر به عنوان گروه کنترل و از دانش‌آموزان کلاس دیگر نیز ۲۰ نفر به عنوان گروه آزمایش گزینش شدند. متغیر مستقل آموزش مبتنی بر مدل طراحی آموزشی چهارمؤلفه‌ای (4C-ID) بود و متغیرهای وابسته یادگیری معنادار و تفکر انتقادی بودند. پروتکل آموزش مبتنی بر مدل طراحی آموزشی چهارمؤلفه‌ای (4C-ID) در ۱۰ مرحله معرفی شده است و هدف آن طراحی صحیح دوره‌های آموزشی است (Van Merriënboer & Kirschner, 2017). هر یک از مؤلفه‌های مدل 4C-ID (وظایف یادگیری، اطلاعات پشتیبان، اطلاعات رویه‌ای، تمرین خرده‌وظیفه) متعلق به مرحله‌ای مشخص از طراحی است:

- در مرحله ۱، طراحی وظایف یادگیری
- در مرحله ۲، طراحی اطلاعات پشتیبانی
- در مرحله ۳، طراحی اطلاعات رویه‌ای
- در مرحله ۴، طراحی تمرین خرده‌وظیفه‌ها

این چهار مرحله بیانگر مراحل ضروری برای طراحی آموزشی تا یادگیری پیچیده هستند. بین این مراحل، شش مرحله اختیاری وجود دارند که در صورت نیاز می‌توان آن‌ها را اجرا کرد. مراحل ۲ و ۳ به مؤلفه «وظایف یادگیری» اشاره دارند. این مؤلفه نشان‌دهنده ستون فقرات دوره آموزشی است. مرحله ۲ «کلاس‌های کار توالی»^۲ نامیده می‌شود و هدف آن سازمان‌دهی و طبقه‌بندی تکالیف مختلف یادگیری در مؤلفه‌ها، از ساده‌تر به دشوارتر است. مرحله ۳ به نام «تعیین اهداف عملکرد»^۳ اجازه می‌دهد تا استانداردهایی را برای ارزیابی عملکرد معین تعریف کنید. از این طریق امکان ارزیابی نتایج یادگیری و دریافت بازخورد مناسب فراهم می‌شود. مراحل ۴ و ۵ به مؤلفه «اطلاعات پشتیبان» اشاره دارند و منابعی را به عنوان داربست برای دانش‌آموز فراهم می‌کنند تا شکاف مربوط به وظایف یادگیری را پر کند. اگر منابع یادگیری به‌خوبی توسعه یافته باشند، این دو مرحله اجرا نمی‌شوند. اگر مطالب یادگیری به عنوان اطلاعات پشتیبان جدید باشد، این مراحل ممکن است برای تعریف مناسب تجزیه و تحلیل عمیق مدل‌های ذهنی اکتسابی و راهبردهای شناختی مفید باشند (Van Merriënboer & Kester, 2014). نتایج تجزیه و تحلیل مراحل ۵ و ۶ عناصر طراحی اطلاعات پشتیبانی را فراهم می‌کند. مرحله ۵ «تحلیل راهبردهای شناختی»^۴ نامیده می‌شود و تعریف می‌کند که یادگیرندگان چگونه می‌توانند وظایف یادگیری را انجام دهند و چگونه یک کار مشخص را در یک زمینه ویژه دانش حل کنند. مرحله ۶ «تحلیل مدل‌های ذهنی»^۵ نام دارد. این مرحله روشی برای نزدیک شدن به تکالیف یادگیری را شرح می‌دهد و اجازه

1 Cohen

2 sequence task classes

3 set performance objectives

4 analyze cognitive strategies

5 analyze mental models

اتخاذ یک رویکرد فراشناختی را در رابطه با مدل‌های ذهنی مرتبط با تکلیف دانش‌آموزان می‌دهد. مراحل ۸ و ۹ در مؤلفه «اطلاعات رویه‌ای» قرار می‌گیرند و در صورت لزوم باید در زمان انجام کار آموزشی به موقع انجام شوند؛ مانند مؤلفه قبلی، اگر منابع یادگیری در دسترس باشند، این دو مرحله ضروری نیستند. مرحله ۸ «تجزیه و تحلیل قواعد شناختی» نامیده می‌شود که در آن، طراح جفت‌های شرطی - عملی را که رفتارهای معمول را مدیریت می‌کنند، مشخص می‌کند. مرحله ۹ «تجزیه و تحلیل دانش پیش‌نیاز» نام دارد که روی استفاده صحیح از قواعد شناختی درست مربوط به شایستگی‌های قبلی آموخته‌شده توسط دانش‌آموزان کار می‌کند. مرحله نهایی که «تمرین خرده‌وظیفه» نام دارد، وظایف اضافی ندارد و نشان‌دهنده آخرین کار است. مرحله ۱۰ نیز فعالیت‌های اضافی را با هدف ارائه سطحی بسیار بالا از اطمینان در اجرای یک کار تکراری طراحی می‌کند (Van Merriënboer & Kirschner, 2017).

جدول ۱: مدل چهارمؤلفه‌ای و ۱۰ مرحله آن (اقتباس از Van Merriënboer & Kirschner, 2017)

Table 1: The Four-Component Model and Its 10 Steps (Adapted from Van Merriënboer & Kirschner, 2017)

مراحل طراحی آموزشی چهارمؤلفه‌ای (4C-ID)	ده مرحله برای یادگیری
وظایف یادگیری	۱. طراحی وظایف یادگیری
	۲. کلاس‌های کار توالی
	۳. تعیین اهداف عملکرد
اطلاعات پشتیبان	۴. طراحی اطلاعات پشتیبان
	۵. تحلیل راهبردهای شناختی
	۶. تحلیل مدل‌های ذهنی
اطلاعات رویه‌ای	۷. طراحی اطلاعات رویه‌ای
	۸. تجزیه و تحلیل قواعد شناختی
	۹. تجزیه و تحلیل دانش پیش‌نیاز
تمرین خرده‌وظیفه‌ها	۱۰. طراحی فعالیت‌های اضافی

با توجه به اینکه برای متغیر یادگیری معنادار پرسشنامه‌ای استاندارد وجود نداشت، پژوهشگر بر اساس چارچوب‌های نظری، یک پرسشنامه پژوهشگرساخته را در این راستا طراحی کرد. بر اساس دیدگاه بلوم^۳، یادگیری از سه بخش شناختی، عاطفی و مهارتی شکل گرفته است. بخش شناختی شامل دانش، درک، کاربرد، تحلیل، ترکیب و ارزشیابی و بخش عاطفی نیز شامل علاقه و انگیزه یادگیری، همکاری در کلاس و نگرش نسبت به یادگیری است. همچنین، بخش مهارتی نیز شامل کاربرد ابزارها و وسایل، ترسیم و مدل‌سازی و دقت در انجام فعالیت‌های علمی است. با توجه به این ابعاد، پرسشنامه‌ای ۲۶ پرسشی طراحی شد که گزینه‌های آن به صورت لیکرتی (۱: کاملاً مخالفم تا ۵: کاملاً موافقم) بودند و میزان یادگیری معنادار دانش‌آموزان پایه ششم را در دو درس ریاضی و علوم تجربی بررسی می‌کردند. توضیحات پرسشنامه پژوهشگرساخته در جدول (۲) آمده است.

جدول ۲: طراحی پرسشنامه پژوهشگرساخته یادگیری معنادار برای دو درس ریاضی و علوم تجربی بر اساس دیدگاه بلوم

Table 2: Design of the Researcher-Made Questionnaire on Meaningful Learning for Two Subjects (Mathematics and Science) Based on Bloom's Taxonomy

رویکرد	ابعاد	شماره	پرسش‌ها
			1 analyze cognitive rules
			2 analyze prerequisite knowledge
			3 Bloom

۱	من می‌توانم فرمول‌های ریاضی را به‌خوبی به یاد بیاورم.	
۲	من می‌توانم به راحتی مفاهیم پایه‌ای ریاضی را از حفظ بیان کنم.	
۳	من می‌توانم به‌خوبی نام لایه‌های زمین را به خاطر بیاورم.	
۴	من قادر هستم مراحل شکستگی زمین را از حفظ بگویم.	دانش
۵	من می‌توانم تفاوت بین اشکال هندسی مختلف را توضیح دهم.	
۶	من مفهوم تقسیم اعداد کسری را به‌خوبی درک کرده‌ام.	
۷	من مفهوم نیرو و انرژی را به‌خوبی درک کرده‌ام و می‌توانم آن را توضیح دهم.	
۸	من می‌توانم به‌سادگی تفاوت بین مواد جامد، مایع و گاز را توضیح دهم.	درک
۹	من می‌توانم از فرمول‌های مساحت و محیط در حل مشکلات روزمره استفاده کنم.	
۱۰	من در حل مسائل ریاضی که به زندگی روزمره مرتبط است، مشکلی ندارم.	
۱۱	من می‌توانم مفاهیم علوم تجربی را برای توضیح پدیده‌های طبیعی در زندگی روزمره استفاده کنم.	کاربرد
۱۲	من قادر هستم از اصول علمی برای توضیح علت‌های پدیده‌های جوی استفاده کنم.	
۱۳	من می‌توانم مراحل حل یک مسئله ریاضی را تجزیه و تحلیل کنم و توضیح دهم که چگونه به جواب رسیده‌ام.	
۱۴	من می‌توانم روابط بین اعداد و الگوهای ریاضی را به‌خوبی تحلیل کنم.	
۱۵	من می‌توانم اجزای اصلی یک آزمایش علمی را شناسایی و مراحل آن را تحلیل کنم.	تحلیل
۱۶	من می‌توانم علت و معلول برخی از تغییرات در محیط را تحلیل کنم و توضیح دهم.	شناختی
۱۷	من می‌توانم با استفاده از مفاهیم ریاضی یک مسئله جدید طراحی کنم.	
۱۸	من می‌توانم مسائل ریاضی پیچیده‌تر را با ترکیب چند فرمول و روش مختلف حل کنم.	ترکیب
۱۹	من می‌توانم راه‌حل‌های مختلف مسائل ریاضی را ارزیابی کنم و بهترین را انتخاب کنم.	
۲۰	من توانایی دارم تا درستی یا نادرستی یک جواب ریاضی را بررسی و دلایل خود را بیان کنم.	ارزشیابی
۲۱	من علاقه‌مند هستم که مسائل جدید ریاضی را یاد بگیرم و آن‌ها را حل کنم.	علاقه و انگیزه یادگیری
۲۲	من دوست دارم در فعالیت‌های گروهی دروس علوم تجربی شرکت کنم و با دیگران همکاری کنم.	همکاری در کلاس درس
۲۳	من احساس می‌کنم یادگیری ریاضی و علوم تجربی می‌تواند در زندگی روزمره من مفید باشد.	عاطفی
۲۴	من می‌توانم به‌درستی از وسایل آزمایشگاهی (مانند میکروسکوپ یا ترازو) در درس علوم تجربی استفاده کنم.	کاربرد ابزارها و وسایل
۲۵	من می‌توانم به‌راحتی شکل‌های هندسی یا نمودارهای علمی را با دقت رسم کنم و آن‌ها را توضیح دهم.	ترسیم و مدل‌سازی
۲۶	من می‌توانم با دقت مراحل انجام یک آزمایش علمی را دنبال و نتایج آن را ثبت کنم.	مهارتی
		علمی

به منظور اعتبارسنجی و هنجاریابی این پرسشنامه، پرسشنامه‌ها به ۳۸۴ نفر از دانش‌آموزان پایه ششم شهر اردبیل توزیع شدند. با توجه به اینکه آمار تعداد دقیق حجم جامعه آماری (برای اعتباریابی پرسشنامه یادگیری معنادار) که

دانش‌آموزان پایه ششم بودند در دسترس نبود، از ماکسیمم حجم نمونه فرمول کوکران که تعداد ۳۸۴ است استفاده شد. روش نمونه‌گیری برای اعتباریابی این پرسشنامه از نوع غیرتصادفی در دسترس بود. پایایی پرسشنامه حاضر با استفاده از آلفای کرونباخ و پایایی ترکیبی و روایی آن با استفاده از روایی سازه (روایی همگرایی و واگرایی) تعیین شد. تجزیه و تحلیل یافته‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS-24، Lisrel 8.80 و Smart Pls3 انجام شد. آلفای کرونباخ و پایایی ترکیبی، میانگین واریانس استخراج‌شده و ضریب تعیین خرده‌مقیاس‌های پرسشنامه یادگیری معنادار در جدول زیر آورده شده‌اند.

جدول ۳: میزان آلفای کرونباخ، پایایی ترکیبی، میانگین واریانس استخراج‌شده و ضریب تعیین خرده‌مقیاس‌های پرسشنامه پژوهشگر ساخته یادگیری معنادار

Table 3: Cronbach's Alpha, Composite Reliability, Average Variance Extracted (AVE), and Coefficient of Determination for the Subscales of the Researcher-Made Meaningful Learning Questionnaire

خرده مقیاس‌ها	آلفای کرونباخ	پایایی ترکیبی (C.R)	میانگین واریانس استخراج‌شده (AVE)	ضریب تعیین (R ²)
اهداف شناختی	۰/۹۰۹	۰/۹۲۱	۰/۵۰۳	۰/۹۴۱
اهداف عاطفی	۰/۷۴۵	۰/۸۲۶	۰/۶۱۲	۰/۳۰۹
اهداف مهارتی	۰/۷۵۹	۰/۸۶۱	۰/۶۷۴	۰/۳۷۶

با توجه به نتایج حاصل از جدول (۳)، پایایی هر سه خرده‌مقیاس بیشتر از ۰/۷ است و پایایی خود پرسشنامه نیز ۰/۹۰۳ است و در حد ایده‌آل و مطلوب خود است. پایایی ترکیبی همه مقوله‌ها نیز بیشتر از ۰/۷ و بیشتر از میانگین واریانس استخراج‌شده (AVE)^۱ است که نشان از روایی همگرایی دارد. همچنین، میانگین واریانس استخراج‌شده (AVE) برای همه خرده‌مقیاس‌ها بیشتر از ۰/۵ است که نشان از تأیید دوباره روایی همگرایی پرسشنامه دارد. به منظور بررسی روایی واگرایی نیز از روش فورنل - لارکر^۲ استفاده شد. نتایج معیار فورنل - لارکر به شرح جدول (۴) بود.

جدول ۴: نتایج آزمون فورنل - لارکر به منظور بررسی روایی واگرایی پرسشنامه پژوهشگر ساخته یادگیری معنادار

Table 4: Results of the Fornell-Larcker Test for Assessing the Discriminant Validity of the Researcher-Made Meaningful Learning Questionnaire

خرده مقیاس	اهداف شناختی	اهداف عاطفی	اهداف مهارتی	AVE
اهداف شناختی	۰/۷۰۹			۰/۵۰۳
اهداف عاطفی	۰/۲۹۶	۰/۷۸۲		۰/۶۱۲
اهداف مهارتی	۰/۳۲۶	۰/۳۶۲	۰/۸۲۰	۰/۶۷۴

با توجه به اطلاعات جدول (۴)، جذر AVE هر سازه از ضرایب همبستگی آن سازه با سازه‌های دیگر بیشتر شده است که قابل قبول بودن روایی تشخیصی مدل اندازه‌گیری شده را نشان می‌دهد. در روند تحلیل عامل تأییدی، نخست لازم است تا روایی سازه مطالعه شود تا مشخص شود نشانگرهای انتخاب‌شده برای اندازه‌گیری سازه‌های مدنظر خود از دقت لازم برخوردار هستند. با توجه به نتایج، پایایی ترکیبی، میانگین واریانس استخراج‌شده (AVE) و همچنین، تکنیک فورنل - لارکر روایی سازه الگو (روایی همگرایی و روایی واگرایی) تأیید شدند. به منظور برازش مدل کلی از مدل معادلات ساختاری^۳ در فضای Lisrel 8.8 استفاده شد. شاخص‌های مطلق، تطبیقی و مقتصد به شرح جدول زیر بودند.

جدول ۵: نتایج شاخص‌های برازش پرسشنامه پژوهشگر ساخته یادگیری معنادار

Table 5: Results of Fit Indices for the Researcher-Made Meaningful Learning Questionnaire

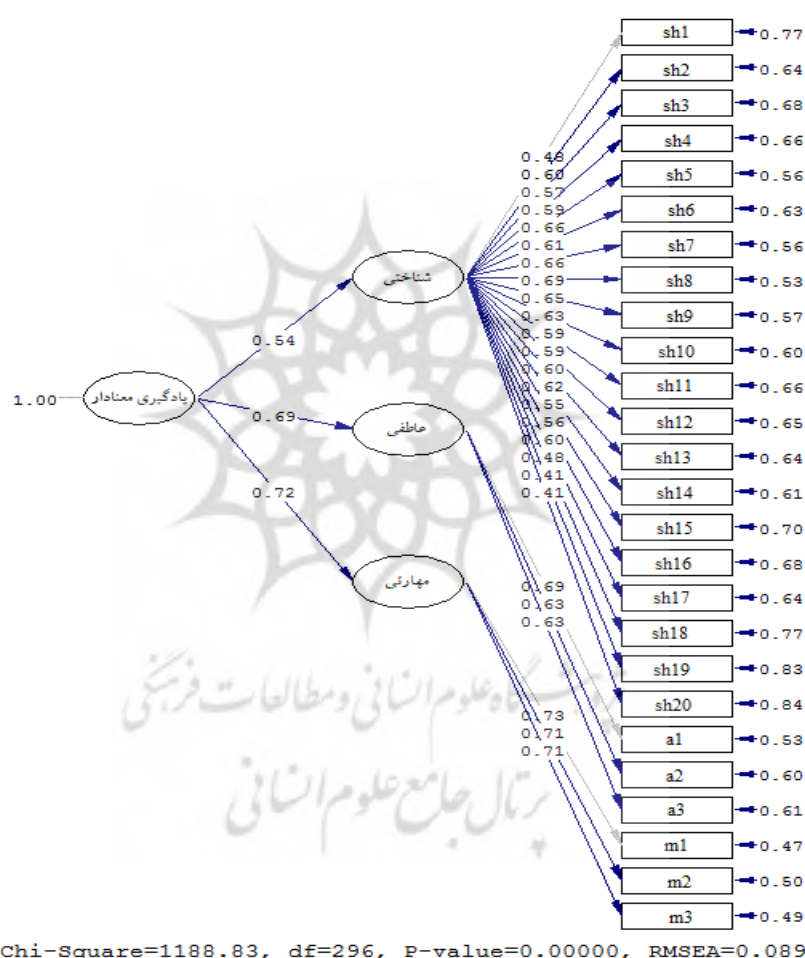
1 Average variance extracted

2 Fornell-Larcker

3 Structural equation modeling

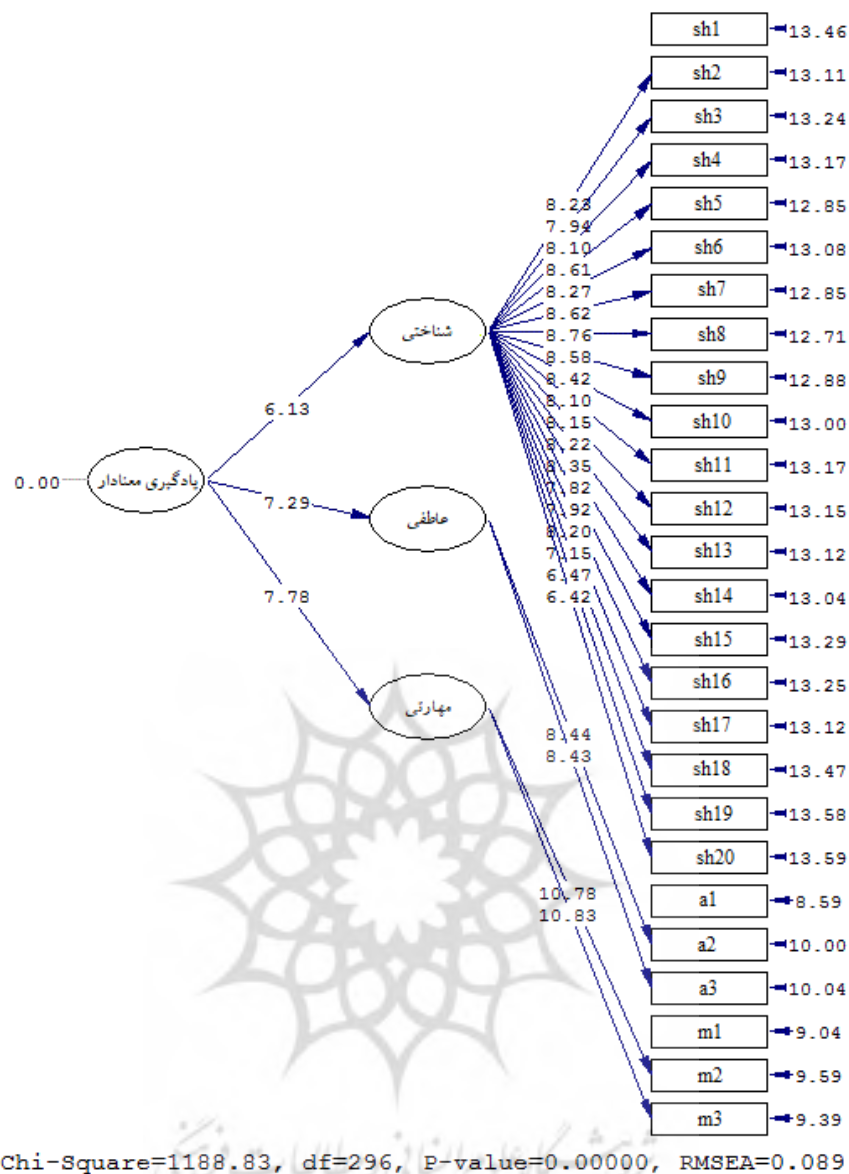
شاخص برازش	نوع شاخص	نقطه برش	مقدار	وضعیت
Chi-Square/df	مقتصد	< 5	۴/۰۱	مطلوب
CFI	تطبیقی-تطبیقی	$\geq .9$	۰/۹۵	مطلوب
IFI	فزاینده-تطبیقی	$\geq .9$	۰/۹۵	مطلوب
RFI	نسبی-تطبیقی	$\geq .9$	۰/۹۲	مطلوب
NFI	هنجارشده-تطبیقی	$\geq .9$	۰/۹۲	مطلوب
RMSEA	مقتصد	$< .10$	۰/۰۸۹	مطلوب

با توجه به اطلاعات جدول (۵)، همه شاخص‌های مطلق، تطبیقی و مقتصد مدل مطلوب بودند و همگی تأیید شدند. در شکل (۱)، ارتباط متغیرهای پژوهش بر اساس ضرایب استاندارد و همچنین در شکل (۲)، مقدار آماره t برای مدل کلی پژوهش نشان داده شده است.



شکل ۱: مدل کلی پرسشنامه یادگیری معنادار بر اساس ضرایب استاندارد

Figure 1: General model of the meaningful learning questionnaire based on standard coefficients



شکل ۲: مدل کلی پرسشنامه یادگیری معنادار بر اساس آماره t

Figure 2: General model of the meaningful learning questionnaire based on the t-statistic

با توجه به نتایج به دست آمده از دو شکل بالا، تمامی مسیرها معنادار هستند (تمامی مسیرها بیشتر از مقدار بحرانی ۰/۱۶ در حالت ضرایب استاندارد هستند) و مقادیر T Value نیز در بازه بحرانی ۱/۹۶- تا ۱/۹۶+ قرار نگرفته‌اند. پس، تمامی مسیرها معنادار هستند و مدل پرسشنامه یادگیری معنادار دارای برازش مناسب است. برای سنجش تفکر انتقادی نیز از پرسشنامه تفکر انتقادی ریکتس (2003)^۱ استفاده شد. این پرسشنامه استاندارد شامل ۳۳ ماده و سه خرده‌مقیاس است. آزمودنی در یک مقیاس لیکرت ۵ درجه‌ای پاسخ می‌دهد. ریکتس (Ricketts, 2003) به منظور هنجاریابی این پرسشنامه آن را بر روی ۶۰ نفر از آزمودنی‌ها اجرا کرد. ضریب اعتبار خرده‌مقیاس‌های این پرسشنامه به این شرح گزارش شد: خلاقیت ۰/۷۵، بالیدگی ۰/۵۷ و تعهد ۰/۸۶. همچنین، در یکنوادی (۱۳۹۳) ضریب اعتبار این مقیاس را ۰/۹۱ گزارش کرد.

1 Ricketts Critical Thinking Questionnaire

یافته‌های پژوهش حاضر در دو بخش توصیفی و استنباطی ارائه شده‌اند. در بخش توصیفی، میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای وابسته (یادگیری معنادار و تفکر انتقادی) برای پیش‌آزمون و پس‌آزمون در دو گروه آزمایش و کنترل گزارش شدند و در بخش استنباطی، پیش‌فرض‌های آماری بررسی شدند و سپس به پرسش پژوهش پاسخ داده شد. تجزیه و تحلیل پرسش پژوهش با استفاده از تحلیل کوواریانس چندمتغیری (Mancova) انجام شد.

یافته‌های پژوهش

قبل از بررسی آمار توصیفی و پرسش‌های پژوهش، لازم به توضیح است که دو گروه آزمایش و کنترل همگن بوده‌اند. به منظور همگنی دو گروه، متغیرهای جمعیت‌شناختی مهمی مانند سن، جنسیت، سطح تحصیلی و وضعیت اجتماعی - اقتصادی دانش‌آموزان که می‌توانستند به عنوان عوامل مزاحم و متغیرهای کنترل نقش ایفا کنند، مورد توجه قرار گرفتند و دانش‌آموزان به نحوی انتخاب شدند که این عوامل در هر دو گروه به طور یکسان و همسان در نظر گرفته شدند. همچنین، پیش از استفاده از آزمون‌های استنباطی از آزمون لوین نیز برای بررسی برابری واریانس‌ها و همگنی دو گروه استفاده شد. پرسش‌های پیش‌آزمون در نیم‌سال اول تحصیلی و پرسش‌های پس‌آزمون در نیم‌سال دوم تحصیلی توزیع شدند تا آشنایی دانش‌آموزان با پرسش‌های پرسشنامه‌ها نیز کنترل شود. به منظور بررسی یافته‌های توصیفی، میانگین و انحراف استاندارد متغیرها گزارش شدند که نتایج آن‌ها به شرح جدول (۶) بود.

جدول ۶: یافته‌های توصیفی (میانگین و انحراف استاندارد) متغیرهای وابسته (یادگیری معنادار و تفکر انتقادی)

Table 6: Descriptive Findings (Mean and Standard Deviation) of Dependent Variables (Meaningful Learning and Critical Thinking)

متغیر	مرحله	گروه			
		آزمایش		کنترل	
یادگیری معنادار	پیش‌آزمون	میانگین	انحراف استاندارد	میانگین	انحراف استاندارد
		۳۰/۸۵۰	۱۳/۵۰۷	۲۶/۹۵۰	۶/۷۳۹
تفکر انتقادی	پس‌آزمون	میانگین	انحراف استاندارد	میانگین	انحراف استاندارد
		۷۱/۲۵۰	۳۲/۷۴۶	۹۸/۶۰۰	۴۳/۳۳۲
	پس‌آزمون	میانگین	انحراف استاندارد	میانگین	انحراف استاندارد
		۹۷/۱۵۰	۳۱/۶۵۱	۹۳/۲۰۰	۳۸/۶۹۶

با توجه به اطلاعات جدول (۶)، در گروه آزمایش میانگین یادگیری معنادار و تفکر انتقادی افزایشی جالب توجه پیدا کرده است. در گروه کنترل نیز، میانگین یادگیری معنادار و تفکر انتقادی کاهش جزئی داشته است. یافته‌های توصیفی حاکی از آن است که در دو گروه آزمایش و کنترل نتایج عکس هم هستند؛ به صورتی که مقدار تغییرات گروه آزمایش فاحش و جالب توجه ولی مقدار تغییرات گروه کنترل جزئی بود. یافته‌های توصیفی حاکی از آن است که آموزش مبتنی بر مدل طراحی آموزشی چهارمؤلفه‌ای (4C-ID) یادگیری معنادار و تفکر انتقادی دانش‌آموزان پایه ششم شهرستان اردبیل را بهبود بخشیده است. به منظور بررسی معناداری یا عدم معناداری تغییرات از آزمون‌های استنباطی استفاده شد. پیش از بررسی پرسش پژوهش، پیش‌فرض‌های آماری تحلیل کوواریانس چندمتغیری (Mancova) بررسی شدند که نتایج آن‌ها به شرح جداول زیر بود.

جدول ۷: نتایج آزمون لوین در رابطه با همگنی واریانس متغیرهای وابسته (یادگیری معنادار و تفکر انتقادی)

Table 7: Results of Levene's Test for Homogeneity of Variances (Meaningful Learning and Critical Thinking)

متغیر	F	درجه آزادی	درجه آزادی	سطح معناداری
		۱	۲	
یادگیری معنادار	۱/۵۱۳	۱	۳۸	۰/۲۲۶
تفکر انتقادی	۰/۰۸۳	۱	۳۸	۰/۷۷۵

برای بررسی پیش فرض همگنی واریانس‌ها از آزمون لوین استفاده شد. در جدول (۷) مشاهده می‌شود مقدار آماره F برای یادگیری معنادار (۱/۵۱۳) و تفکر انتقادی (۰/۰۸۳) در سطح کمتر از ۵ صدم معنادار نیست ($\text{sig} > ۰/۰۵$)؛ از این رو، پیش فرض برابری واریانس‌ها در تمامی متغیرها تأیید می‌شود.

جدول ۸: نتایج آزمون ام‌باکس^۱ در رابطه با برابری ماتریس کوواریانس

Table 8: Results of the M-Box Test for Equality of Covariance Matrices

آزمون ام‌باکس	F	درجه آزادی ۱	درجه آزادی ۲	سطح معناداری
۲/۰۷۰	۰/۶۵۱	۳	۲۵۹۹۲۰/۰۰۰	۰/۵۸۲

هدف از بررسی این پیش فرض، آزمودن برابری ماتریس‌های کوواریانس مشاهده شده متغیرهای یادگیری معنادار و تفکر انتقادی در بین گروه‌های آزمایش و کنترل است. برای بررسی این پیش فرض از آزمون ام‌باکس استفاده شد. بر اساس نتایج به دست آمده، مقدار آزمون ام‌باکس ۲/۰۷۰ بود؛ مقدار F نیز برابر ۰/۶۵۱ بود که این مقدار معنادار نبود ($\text{sig} > ۰/۰۵$)؛ بنابراین، پیش فرض برابری ماتریس کوواریانس مشاهده شده متغیرهای یادگیری معنادار و تفکر انتقادی در بین گروه‌های آزمایش و کنترل تأیید می‌شود و می‌توان از آزمون کوواریانس چندمتغیری (Mancova) استفاده کرد.

جدول ۹: نتایج آزمون‌های چندمتغیری برای بررسی معناداری اثر عضویت گروهی متغیرهای پژوهش

Table 9: Results of Multivariate Tests for Assessing the Significance of Group Membership Effects on Research Variables

اثر	آزمون	مقدار F	درجه آزادی فرضیه	درجه آزادی خطا	سطح معناداری
گروه (پس آزمون)	اثر پیلایی	۰/۸۴۸	۲	۳۵	۰/۰۰۱
	لامبدای ویلکز	۰/۱۵۲	۲	۳۵	۰/۰۰۱
	اثر هتلینگ	۵/۵۶۳	۲	۳۵	۰/۰۰۱
	بزرگ‌ترین ریشه روی	۵/۵۶۳	۲	۳۵	۰/۰۰۱

بر اساس نتایج به دست آمده از آزمون‌های چندمتغیری برای بررسی معناداری اثر عضویت گروهی و با توجه به سطح معناداری به دست آمده، بین دو گروه آزمایش و کنترل، دست کم در یکی از متغیرهای وابسته یادگیری معنادار و تفکر انتقادی در دو مرحله پیش آزمون و پس آزمون تفاوتی معنادار وجود دارد ($\text{sig} < ۰/۰۵$). بررسی دقیق‌تر این تفاوت در جدول (۱۰) مشخص شده است.

جدول ۱۰: نتایج تحلیل کوواریانس چندمتغیری برای بررسی اثر آموزش مبتنی بر مدل طراحی آموزشی چهارمؤلفه‌ای (4C-ID) بر یادگیری معنادار و تفکر انتقادی

Table 10: Results of Multivariate Analysis of Covariance (MANCOVA) for Evaluating the Effect of 4C-ID Instructional Design Model on Meaningful Learning and Critical Thinking

منبع	متغیرها	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	آماره F	سطح معناداری	مجذور اتا
گروه	یادگیری معنادار	۱۰۹۰/۱۲۲	۱	۱۰۹۰/۱۲۲	۷۳/۴۰۰	۰/۰۰۱	۰/۶۷۱
	تفکر انتقادی	۶۹۲۶/۳۶۱	۱	۶۹۲۶/۳۶۱	۱۲۵/۴۹۸	۰/۰۰۱	۰/۷۷۷
خطا	یادگیری معنادار	۵۳۴/۶۶۷	۳۶	۱۴/۵۸۲			
	تفکر انتقادی	۱۹۸۶/۸۷۷	۳۶	۵۵/۱۹۱			
مجموع	یادگیری معنادار	۴۴۹۳۳/۰۰۰	۴۰				
	تفکر انتقادی	۴۰۹۹۷۳/۰۰۰	۴۰				

با توجه به مقادیر F برای پس‌آزمون یادگیری معنادار (۷۳/۴۰۰) و تفکر انتقادی (۱۲۵/۴۹۸)، گزارش شده است که سطح معناداری آن‌ها کوچک‌تر از ۵ صدم است ($\text{sig} < ۰/۰۵$). همچنین، گزارش‌های مربوط به مجذور اتا حاکی از آن است که اثر آموزش مبتنی بر مدل طراحی آموزشی چهارمؤلفه‌ای (4C-ID) می‌تواند ۶۷ درصد از یادگیری معنادار و ۷۷ درصد از تفکر انتقادی دانش‌آموزان پایه ششم شهرستان اردبیل را پیش‌بینی کند. در نهایت، استنباط می‌شود آموزش مبتنی بر مدل طراحی آموزشی چهارمؤلفه‌ای (4C-ID) بر یادگیری معنادار و تفکر انتقادی دانش‌آموزان پایه ششم شهرستان اردبیل اثربخش بوده است.

بحث و نتیجه‌گیری

اساس هر یادگیری پایدار ایجاد و تثبیت صحیح ساختار شناختی ذهن یادگیرنده است. می‌توان گفت ایجاد و تثبیت صحیح ساختار شناختی مبنای ثابت اهداف آموزشی در مدل‌ها، نظام‌ها و روش‌های مختلف آموزشی در دنیا بوده است. یکی از عناصر مهم در فرآیند ایجاد و تثبیت ساختار یادگیری پیوند دانش جدید با مفاهیمی است که از قبل در ساختار فرد وجود دارند. یادگیری معنادار در آموزش دانش‌آموزان پایه ششم ابتدایی به آن‌ها کمک می‌کند تا مفاهیم را به زندگی روزمره و تجربه‌های خود مرتبط کنند که این امر باعث درک عمیق‌تر و حفظ بهتر مطالب می‌شود. این روش یادگیری پایدار و کاربردی‌تر را ترویج می‌دهد و انگیزه دانش‌آموزان را برای مشارکت فعال در فرآیند یادگیری افزایش می‌دهد. همچنین، به آنان کمک می‌کند تا تفکر انتقادی و مهارت‌های حل مسئله را توسعه دهند. ارتقای یادگیری معنادار باعث می‌شود دانش‌آموزان مفاهیم را عمیق‌تر درک کنند و آن‌ها را به زندگی واقعی و مشکلات پیچیده مرتبط کنند. این روش به آن‌ها کمک می‌کند تا از حفظ صرف فاصله بگیرند و اطلاعات را تحلیل و ارزیابی کنند که اساس تفکر انتقادی است؛ در نتیجه، دانش‌آموزان توانایی پیدا می‌کنند تا با نگاهی پرسشگرانه به مسئله نگاه کنند و راه‌حل‌هایی خلاقانه ارائه دهند.

با توجه به توانایی تفکر انتقادی، فرد قادر است برای خود رابطه‌ای مشترک بین آموزش و زندگی واقعی خود ایجاد کند؛ بنابراین، زمانی که تفکر انتقادی با یادگیری معنادار همراه شود، فرآیند یادگیری بهبود می‌یابد و اطلاعات به‌خوبی درک و در زندگی عملی می‌شوند. تفکر انتقادی در دانش‌آموزان پایه ششم ابتدایی به معنای توانایی تحلیل، ارزیابی و

تفسیر اطلاعات به صورت منطقی است. این مهارت به آن‌ها کمک می‌کند تا در مواجهه با مسائل مختلف پرسش مطرح کنند، دیدگاه‌های متفاوت را در نظر بگیرند و استدلال‌های خود را به طور مستدل بیان کنند. توسعه تفکر انتقادی در این سن پایه‌ای را برای تصمیم‌گیری بهتر و حل مشکلات پیچیده‌تر در آینده فراهم می‌آورد.

اساتید و معلمان تلاش می‌کنند تا آموزش باکیفیت را به دانش‌آموزان خود ارائه دهند و زمانی زیاد را صرف ایجاد محیطی کنند که نیازهای دانش‌آموزان را برآورده کند. طراحی آموزشی به عنوان یک رشته علمی که زیرمجموعه‌ای از حوزه فناوری آموزشی است، تلاش می‌کند فرصت‌های یادگیری متناسب با فراگیران را فراهم کند و با ایجاد تجربه‌های یادگیری معنادار، زیربنای ایجاد یادگیری مؤثر را فراهم کند. طراحی آموزشی چهارمؤلفه‌ای نیز در همین راستا تلاش می‌کند؛ بنابراین، هدف از انجام پژوهش حاضر اثربخشی آموزش مبتنی بر مدل طراحی آموزشی چهارمؤلفه‌ای (4C-ID) بر یادگیری معنادار و تفکر انتقادی بود.

نتایج تحلیل نشان داد مهارت تفکر انتقادی دانش‌آموزانی که با مدل طراحی آموزشی چهارمؤلفه‌ای (4C-ID) آموزش دیده بودند، در مقایسه با همتایان خود که این آموزش را دریافت نکرده بودند، تفاوتی معنادار دارد. این یافته با نتیجه پژوهش‌های پوستما و وایت (2015)، لیم و همکاران (2009)، حسین‌زاده و همکاران (2023)، ساجدی‌راد و همکاران (۱۴۰۰) و احمدی و همکاران (۱۳۹۸) هم‌خوانی دارد. در تبیین این رابطه، می‌توان گفت تفکر انتقادی و مدل طراحی آموزشی چهارمؤلفه‌ای (4C-ID) ارتباطی نزدیک با یکدیگر دارند. تفکر انتقادی به مهارت تحلیل و ارزیابی اطلاعات مرتبط با یک مسأله و توانایی ارائه دیدگاه‌های ویژه و نقادانه برای حل مسأله اشاره دارد. از سوی دیگر، مدل طراحی آموزشی چهارمؤلفه‌ای (4C-ID) یک مدل آموزشی است که به صورت سیستماتیک و ترکیبی برای طراحی و ارائه آموزش با توجه به عملکرد و هدف مشخص توسعه داده شده است. در مدل چهارمؤلفه‌ای، تفکر انتقادی به عنوان یک مهارت کلیدی در پرورش توانایی‌های تحلیلی و انتقادی دانشجویان شناخته شده است. این مهارت به دانشجویان کمک می‌کند تا بتوانند ارتباط بین اطلاعات را درک و نتیجه‌گیری‌هایی منطقی و دقیق را ارائه کنند؛ این در حالی است که مدل چهارمؤلفه‌ای همچنین به طراحان آموزشی کمک می‌کند تا آموزش‌هایی را طراحی کنند که توانایی‌های تحلیلی و انتقادی را در دانشجویان تقویت کنند. طراحان آموزش با استفاده از مدل چهارمؤلفه‌ای می‌توانند تمرین‌ها، وظایف و فعالیت‌های آموزشی را به گونه‌ای طراحی کنند که ارتباطی زیاد با تفکر انتقادی داشته باشند. برای مثال، می‌توان تمرین‌هایی که نیازمند تحلیل و بررسی دقیق اطلاعات هستند را در طرح درس‌های تفکر انتقادی قرار داد تا باعث تقویت توانایی‌های تحلیلی و انتقادی دانشجویان شوند. همچنین، با سازمان‌دهی و ترتیب‌بندی معیارها، دانشجویان را ترغیب کرد تا بتوانند دیدگاه‌های خود را برای حل مسأله مطرح کنند و از طریق تفکر انتقادی به راه‌حل‌هایی خلاقانه‌تر و نوآورانه‌تر برسند؛ در نتیجه، تفکر انتقادی و مدل طراحی آموزشی چهارمؤلفه‌ای (4C-ID) هر دو به تقویت یکدیگر کمک می‌کنند و در کنار یکدیگر می‌توانند به طراحی و ارائه آموزش‌هایی که بر توانایی‌های تحلیلی و انتقادی دانشجویان تأکید دارند، کمک کنند. همچنین، نتایج پژوهش نشان داد به کارگیری مدل طراحی آموزشی چهارمؤلفه‌ای (4C-ID) در فرآیند آموزشی دانش‌آموزان موجب افزایش میزان یادگیری معنادار دانش‌آموزان پایه ششم ابتدایی می‌شود. این یافته با نتایج پژوهش‌های آرنالدو (2023)، نجفی‌نژاد مشیزی و همکاران (۱۴۰۰) و مرادی و همکاران (۱۳۹۲) هم‌سو است. در تبیین این یافته، می‌توان گفت مدل چهارمؤلفه‌ای (4C-ID) به عنوان یک فرایند طراحی آموزشی قدرتمند، بهبود و افزایش یادگیری معنادار را تسهیل می‌کند. رابطه بین یادگیری معنادار و مدل چهارمؤلفه‌ای (4C-ID)

آموزشی به این صورت است که در مدل چهارمؤلفه‌ای یادگیری معنادار بهبود می‌یابد و به آموزش‌هایی که دارای محتوای غنی و جذاب هستند کمک می‌کند. این مدل با ارائه محتوای فعال و تعاملی، فرآیندهای عقلانی مانند تحلیل و انتقاد را تقویت می‌کند. در مدل چهارمؤلفه‌ای، دانش ضروری برای یادگیری به دانش‌آموزان ارائه می‌شود. معلم باید محتوا را با دقت انتخاب کند تا به افزایش کیفیت و بهبود یادگیری معنادار کمک کند. همچنین، تمرکز بر روی فعالیت‌های عملی و عملکردهای کاربردی قرار می‌گیرد. دانش‌آموزان باید توسط تمرین کردن تکالیف و وظایف واقعی، فرصتی برای تکامل خود و اشتباه کردن و یادگیری از آن‌ها داشته باشند. با توجه به این توضیحات، می‌توان گفت مدل طراحی آموزشی چهارمؤلفه‌ای (4C-ID)، با وجود اینکه رویکردی مختص یادگیری معنادار است، کیفیت یادگیری و تفهیم دانش‌آموزان را بهبود می‌بخشد. این مدل با استفاده از روش‌های فعال، تعاملی و سازمان‌دهی شده، شرایطی مناسب را برای ایجاد یادگیری معنادار در دانش‌آموزان فراهم می‌کند. در نهایت، با توجه به یافته‌های حاصل از پژوهش، پیشنهادهای کاربردی زیر برای توسعه کاربرست آموزش مبتنی بر مدل طراحی آموزشی چهارمؤلفه‌ای (4C-ID) پیشنهاد می‌شوند.

۱. گسترش مدل به سطوح دیگر تحصیلی

با توجه به اثربخشی این مدل در پایه ششم، می‌توان پیشنهاد داد این مدل در پایه‌های دیگر تحصیلی نیز به کار گرفته شود. به ویژه برای پایه‌های بالاتر که در آن‌ها پیچیدگی مباحث آموزشی افزایش می‌یابد، این مدل می‌تواند به تقویت مهارت‌های شناختی پیچیده مانند تحلیل، ترکیب و ارزشیابی کمک کند.

۲. آموزش معلمان در استفاده از مدل 4C-ID

یکی از عوامل کلیدی در موفقیت هر روش آموزشی، آموزش معلمان است. می‌توان برنامه‌هایی را برای آموزش معلمان به منظور استفاده از این مدل طراحی کرد. این آموزش‌ها می‌توانند شامل کارگاه‌ها و دوره‌های آموزشی باشند که به معلمان نشان می‌دهند چگونه از عناصر مختلف مدل 4C-ID برای طراحی واحدهای درسی خود استفاده کنند.

۳. استفاده از فناوری در آموزش مبتنی بر مدل 4C-ID

فناوری‌های آموزشی مانند پلت‌فرم‌های یادگیری آنلاین، شبیه‌سازی‌ها و نرم‌افزارهای آموزشی می‌توانند به اجرای بهتر این مدل کمک کنند. استفاده از فناوری برای شبیه‌سازی وظایف یادگیری و ارائه اطلاعات «در لحظه» می‌تواند به افزایش اثربخشی این روش در آموزش کمک کند.

۴. تقویت مشارکت فعال دانش‌آموزان در فرآیند یادگیری

یکی از پیشنهادها کاربردی برای اثربخشی بیشتر این مدل این است که به دانش‌آموزان فرصت‌هایی بیشتر برای مشارکت فعال در فرآیند یادگیری داده شوند. برای مثال، از روش‌های یادگیری تعاملی مانند بحث‌های گروهی، پروژه‌های پژوهشی و فعالیت‌های گروهی استفاده شود تا دانش‌آموزان بتوانند مهارت‌های تفکر انتقادی خود را بیشتر تقویت کنند.

۵. تشویق یادگیری خودتنظیم‌گر

آموزش مبتنی بر مدل 4C-ID می‌تواند با تشویق دانش‌آموزان به یادگیری خودتنظیم‌گر، آن‌ها را در مسیر موفقیت بیشتر قرار دهد. دانش‌آموزان باید بتوانند با نظارت و پشتیبانی معلمان، به طور مستقل برنامه‌های یادگیری خود را تنظیم و وظایف خود را مدیریت کنند. این رویکرد می‌تواند به رشد تفکر انتقادی و یادگیری عمیق‌تر کمک کند.

۶. ترویج همکاری میان مدارس و خانواده‌ها

یکی از راهکارهای مهم ترویج همکاری میان مدارس و خانواده‌ها است. والدین می‌توانند در خانه با پشتیبانی از فعالیت‌های یادگیری کودکان خود، تأثیری مثبت بر روند یادگیری داشته باشند؛ بنابراین، آموزش و آگاهی والدین در زمینه روش‌های تفکر انتقادی و یادگیری معنادار می‌تواند به تسریع موفقیت دانش‌آموزان کمک کند. این پیشنهادها می‌توانند به بهبود کاربرد مدل 4C-ID در محیط‌های آموزشی مختلف و تقویت یادگیری و تفکر انتقادی دانش‌آموزان کمک کنند.

سپاسگزاری

بدین وسیله از تمامی افرادی که ما را در انجام این پژوهش یاری کردند، تشکر و قدردانی می‌شود.

تعارض منافع

این مقاله فاقد هرگونه تعارض منافع بوده است.

منابع

- احمدی، احمد، علینژاد، محمدرضا، و فتح آبادی، روح‌الله (۱۳۹۸). تأثیر آموزش مبتنی بر الگوی طراحی آموزشی چهارمؤلفه‌ای بر میزان یادگیری درس فیزیولوژی. *راهبردهای آموزش در علوم پزشکی*، ۱۲ (۳)، ۵۳-۶۱.
<http://edcbmj.ir/article-1-1099-fa.html>
- دریکوندی، زهرا (۱۳۹۳). *تأثیر استفاده از بازی‌های رایانه‌ای بر گرایش به تفکر انتقادی، مهارت‌های اجتماعی و پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان دختر دوره متوسطه شهرستان اندیمشک در سال تحصیلی ۹۳-۹۲* [پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه اراک]. علم‌نت. <https://elmnet.ir/doc/10654257-11911>
- دهقان‌زاده، حجت، رستگارپور، حسن، و دهقان‌زاده، حسین (۱۳۹۴). اثربخشی الگوی طراحی آموزشی چهارمؤلفه‌ای مبتنی بر چند رسانه‌ای در یادگیری موضوعات پیچیده. *فناوری اطلاعات و ارتباطات در علوم تربیتی*، ۵ (۳)، ۴۵-۶۰.
<https://sanad.iau.ir/Journal/ictedu/Article/1006481>
- ساجدی‌راد، هادی، جهانی، جعفر، شفیعی سروسناتی، مریم، و مهدی (۱۴۰۰). طراحی الگوی آموزش تفکر انتقادی و اثربخشی آن بر مهارت‌های تفکر انتقادی دانش‌آموزان پایه ششم ابتدایی. *پژوهش در برنامه‌ریزی درسی*، ۱۸ (۲)، ۱۱۳-۱۳۴. <https://sanad.iau.ir/fa/Journal/jsre/Article/899918>
- سیف، علی‌اکبر (۱۴۰۱). *روان‌شناسی پرورشی نوین: روان‌شناسی یادگیری و آموزش*. دوران.
- عبدلی، سمیه، باقری، محسن، موسوی‌پور، سعید (۱۳۹۸). تأثیر آموزش مبتنی بر مدل طراحی آموزشی موجود بر یادگیری و یادداری دانشجویان. *پژوهش در برنامه‌ریزی درسی*، ۶۲، ۱۶۲-۱۷۲.
https://journals.iau.ir/article_668051.html
- قاسمی سامنی، متین، فلاحی، مریم، و کماشی، مهدی (۱۳۹۹). بررسی تأثیر الگوی طراحی آموزشی انگیزشی کلر بر یادگیری و انگیزش پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان. *آموزش پژوهشی*، ۲۱ (۶)، ۸۵-۹۵.
https://researchbt.cfu.ac.ir/article_1129.html

مرادی، مهسا، علی آبادی، خدیجه، و درتاج، فریبرز (۱۳۹۲). مقایسه تأثیر روش آموزش مبتنی بر الگوی پنج مرحله‌ای بایبی و سستی بر خلاقیت و یادگیری دانش آموزان سال سوم راهنمایی در درس علوم. *انسانی، ۳(۱)*، ۳۸-۱۹. <https://sanad.iau.ir/Journal/ichs/Article/930783>

نجفی نژاد مشیزی، فاطمه، توحیدی، افسانه، و تجربه کار، مهشید (۱۴۰۰). اثربخشی آموزش مجازی با استفاده از الگوی طراحی آموزشی چهارمؤلفه‌ای ون مرینبوئر در علوم به روش چندرسانه‌ای بر بار شناختی، یادگیری، و انگیزه تحصیلی دانش آموزان پایه ششم ابتدایی. *رویکردهای نوین آموزشی، ۳۱(۱)*، ۱۵-۱۷۶.

<https://doi.org/10.22108/nea.2021.124725.1518>

وحدانی اسدی، محمدرضا (۱۴۰۰). الگوی طراحی آموزشی، برای آموزش اخلاق. *اخلاقی حرفه ای در آموزش، ۱(۱)*،

https://ethics.cfu.ac.ir/article_1783.html?lang=fa. ۱۰۵-۵۹

References

- Abdoli, S., Bagheri, M., & Moosavi Pour, S. (2019). The effect of training based on pebble in the pond instructional design model on learning and retention of students. *Research in Curriculum Planning, 62, 16*, 162-172. https://journals.iau.ir/article_668051.html [In Persian.]
- Abrami, P. C., Bernard, R. M., Borokhovski, E., Wade, A., Surkes, M. A., Tamim, R., & Zhang, D. (2008). Instructional interventions affecting critical thinking skills and dispositions: A stage 1 meta-analysis. *Review of Educational Research, 78*(4), 1102-1134. <https://doi.org/10.3102/0034654308326084>
- Ahmadi, A., Negad, M. R. A., & Fathabadi, R. (2019). The effect of teaching based on the four-component instructional design model on the students' learning in physiology. *Educ Strategy Med Sci, 12*(3), 53-61. <http://edcbmj.ir/article-1-1099-fa.html> [In Persian].
- Amin, A. M., Corebima, A. D., Zubaidah, S., & Mahanal, S. (2020). The correlation between metacognitive skills and critical thinking skills at the implementation of four different learning strategies in animal physiology lectures. *European Journal of Educational Research, 9*(1), 143-163. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1241218>
- Andre, T. (2013). Selected microinstructional methods to facilitate knowledge construction: implications for instructional design. In *Instructional design: International perspective: Theory, research, and models* (1st Edition; pp. 243-267). Routledge. <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9780203062920-14>
- Angela, T. (2014). Challenges to meaningful learning in social studies—the key competences as an opportunity to students' active participation. *Procedia-Social and Behavioral Sciences, 128*, 192-197. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.03.142>
- Arnaldo, R. L. (2023). *Using the 4C/ID model in e-physics modules (e-PMs) towards meaningful learning among PMA cadets*. Retrieved from https://animorepository.dlsu.edu.ph/etdd_scied/15
- As'ari, A. R., Kurniati, D., Abdullah, A. H., Muksar, M., & Sudirman, S. (2019). Impact of infusing truth-seeking and open-minded behaviors on mathematical problem-solving. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists, 7*(4), 1019-1036. <https://doi.org/10.17478/jegys.606031>

- Ausubel, D. P. (1963). *The psychology of meaningful verbal learning*. Grune & Stratton.
<https://psycnet.apa.org/record/1964-10399-000>
- Chen, Q., Liu, D., Zhou, C., & Tang, S. (2020). Relationship between critical thinking disposition and research competence among clinical nurses: A cross-sectional study. *Journal of Clinical Nursing*, 29(7-8), 1332-1340. <https://doi.org/10.1111/jocn.15201>
- Chu, S. K. W., Reynolds, R. B., Tavares, N. J., Notari, M., & Lee, C. W. Y. (2021). *21st century skills development through inquiry-based learning from theory to practice*. Springer International Publishing. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-10-2481-8>
- Collins, A., Brown, J. S., & Newman, S. E. (1988). Cognitive apprenticeship: teaching the craft of reading, writing and mathematics. *Thinking: The Journal of Philosophy for Children*, 8(1), 2-10.
<https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9781315044408-14>
- Cui, L., Zhu, Y., Qu, J., Tie, L., Wang, Z., & Qu, B. (2021). Psychometric properties of the critical thinking disposition assessment test amongst medical students in China: A cross-sectional study. *BMC Medical Education*, 21, 1-8. <https://link.springer.com/article/10.1186/s12909-020-02437-2>
- Davies, M., & Barnett, R. (Eds.). (2015). *The palgrave handbook of critical thinking in higher education*. Springer. <https://link.springer.com/book/10.1057/9781137378057>
- Dehghanzadeh, H., Rastegarpour, H., & Dehghanzadeh, H. (2015). On the effectiveness of a four-component multimedia-based instructional design model in learning complex issues. *Information and Communication Technology in Educational Sciences*, 5(3), 45-60.
<https://sanad.iau.ir/journal/ictedu/Article/643656?jid=643656&lang=en> [In Persian].
- Ennis, R. H. (2018). Critical thinking across the curriculum: A vision. *Topoi*, 37, 165-184.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s11245-016-9401-4>
- Fong, C. J., Kim, Y., Davis, C. W., Hoang, T., & Kim, Y. W. (2017). A meta-analysis on critical thinking and community college student achievement. *Thinking Skills and Creativity*, 26, 71-83.
<https://doi.org/10.1016/j.tsc.2017.06.002>
- Frerejean, J., van Merriënboer, J. J., Kirschner, P. A., Roex, A., Aertgeerts, B., & Marcellis, M. (2019). Designing instruction for complex learning: 4C/ID in higher education. *European Journal of Education*, 54(4), 513-524. <https://doi.org/10.1111/ejed.12363>
- Gardner, H. (1999). Multiple approaches to understanding. In *Instructional design theories and models: A new paradigm of instructional theory* (Vol. 2; pp. 69-89). Routledge.
<https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9781410603784-6>
- Ghasemi Samani, M., Falahi, M., & Komasi, M. (2020). Causal study of claire's motivational educational design pattern on students' learning and motivation. *Quarterly Journal of Education Studies*, 21, 6(1), 85-95. https://researchbt.cfu.ac.ir/article_1129.html [In Persian].
- Goldberg, P., Schwerter, J., Seidel, T., Müller, K., & Stürmer, K. (2021). How does learners' behavior attract preservice teachers' attention during teaching?. *Teaching and Teacher Education*, 97, 103213. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2020.103213>

- Gustafson, K. L., & Branch, R. M. (2002). *Survey of instructional development models: eric clearinghouse on information and technology*. Syracuse.
- Haber, J. (2020). *Critical thinking*. MIT Press. <https://mitpress.mit.edu/9780262538282/critical-thinking/>
- Halpern, D. F., & Sternberg, R. J. (2020). An introduction to critical thinking: Maybe it will change your life. In R. J. Sternberg & D. F. Halpern (Eds.), *Critical thinking in psychology* (2nd Edition; pp. 1-9). Cambridge University Press. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1017/9781108684354.002>
- Hosseinzadeh, A., Karami, M., Rezvanian, M. S., Saeidi Rezvani, M., Noghani Dokht Bahmani, M., & Van Merriënboer, J. (2023). Developing media literacy as complex learning in secondary schools: the effect of 4C/ID learning environments. *Interactive Learning Environments*, 32(10), 1-16. <https://doi.org/10.1080/10494820.2023.2244562>
- Jonassen, D. H. (1999). Designing constructivist learning environments. In C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional design theories and models: A new paradigm of instructional theory* (Vol. II; pp. 215-239). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. <https://doi.org/10.1007/BF02299477>
- Kostiainen, E., Ukskoski, T., Ruohotie-Lyhty, M., Kauppinen, M., Kainulainen, J., & Mäkinen, T. (2018). Meaningful learning in teacher education. *Teaching and Teacher education*, 71, 66-77. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2017.12.009>
- Lim, J., Reiser, R. A., & Olina, Z. (2009). The effects of part-task and whole-task instructional approaches on acquisition and transfer of a complex cognitive skill. *Educational Technology Research and Development*, 57, 61-77. <https://doi.org/10.1007/s11423-007-9085-y>
- Lo, C. K., & Hew, K. F. (2020). A comparison of flipped learning with gamification, traditional learning, and online independent study: the effects on students' mathematics achievement and cognitive engagement. *Interactive Learning Environments*, 28(4), 464-481. <https://doi.org/10.1080/10494820.2018.1541910>
- Lodhiya, K. K., & Brahmabhatt, K. R. (2019). Effectiveness of collaborative versus traditional teaching methods in a teaching hospital in Gujarat. *Indian Journal of Community Medicine: Official Publication of Indian Association of Preventive & Social Medicine*, 44(3), 243. <https://B2n.ir/x14096>
- Lukitasari, M., Hasan, R., & Murtafiah, W. (2019). Using critical analysis to develop metacognitive ability and critical thinking skills in biology. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 5(1), 151-158. <https://ejournal.umm.ac.id/index.php/jpbi/article/view/7262>
- Magno, C. (2010). The role of metacognitive skills in developing critical thinking. *Metacognition and learning*, 5, 137-156. <https://doi.org/10.1007/s11409-010-9054-4>
- Maharani, S., Nusantara, T., Rahman, A., & Qohar, A. (2019). Analyticity and systematicity students of mathematics education on solving non-routine problems. *Mathematics and Statistics*, 7(2), 50-55. <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/68488291/MS4-13412937-libre.pdf>
- McCarthy, B. (1996). *The 4mat system research: Reviews of the literature on the differences and hemispheric specialization and their influence on learning*. Barrington, IL: Excel Inc. <http://www.4mat.eu/media/17158/research%20guide%204mat.pdf>
- Melo, M. (2018). The 4C/ID-Model in physics education: instructional design of a digital learning environment to teach electrical circuits. *International Journal of Instruction*, 11(1), 103-122. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1165223>

- Moattari, M., Soleimani, S., Moghaddam, N. J., & Mehbodi, F. (2014). Clinical concept mapping: does it improve discipline-based critical thinking of nursing students?. *Iranian Journal of Nursing and Midwifery Research*, 19(1), 70. <https://B2n.ir/s54868>
- Mohseni, F., Seifoori, Z., & Ahangari, S. (2020). The impact of metacognitive strategy training and critical thinking awareness-raising on reading comprehension. *Cogent Education*, 7(1), 1720946. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2020.1720946>
- Moradi, M., Aliabadi, K., & Dortaj, F. (2013). Comparing the effect of teaching methods Bybee (5E) and traditional on junior-high school students' creativity and learning. *Journal of Innovation and Creativity in Human Science*, 3(1), 19-38. <https://sanad.iau.ir/Journal/ichs/Article/930783> [In Persian].
- Morrison, G. R., Ross, S. J., Morrison, J. R., & Kalman, H. K. (2019). *Designing effective instruction*. John Wiley & Sons.
- Mulders, M. (2022). Vocational training in virtual reality: A case study using the 4C/ID model. *Multimodal Technologies and Interaction*, 6(7), 49. <https://doi.org/10.3390/mti6070049>
- Najafi Nejad Moshizi, F., Towhidi, A., & Tajrobehkar, M. (2020). The effect of virtual instruction using the model of van merriënboer's four-component instructional design in science using multimedia method on cognitive load, learning, and academic motivation of the sixth-grade students of primary schools. *New Educational Approaches*, 15(1), 157-176. <https://doi.org/10.22108/nea.2021.124725.1518> [In Persian].
- Nelson, L. M. (1999). Collaborative problem solving. In *Instructional design theories and models: A new paradigm of instructional theory* (Vol. 2; pp. 241-267). Routledge. <https://B2n.ir/t47362>
- Noone, T., & Seery, A. (2018). Critical thinking dispositions in undergraduate nursing students: A case study approach. *Nurse Education Today*, 68, 203-207. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2018.06.014>
- Oderinu, O. H., Adegbulugbe, I. C., Orenuga, O. O., & Butali, A. (2020). Comparison of students' perception of problem-based learning and traditional teaching method in a Nigerian dental school. *European Journal of Dental Education*, 24(2), 207-212. <https://doi.org/10.1111/eje.12486>
- Paul, R., & Elder, L. (2019). *The miniature guide to critical thinking concepts and tools*. Rowman & Littlefield.
- Postma, T. C., & White, J. G. (2015). Developing clinical reasoning in the classroom—analysis of the 4 C/ID-model. *European Journal of Dental Education*, 19(2), 74-80. <https://doi.org/10.1111/eje.12105>
- Rauscher, W., & Badenhorst, H. (2021). Thinking critically about critical thinking dispositions in technology education. *International Journal of Technology and Design Education*, 31, 465-488. <https://doi.org/10.1007/s10798-020-09564-3>
- Rego, L. C. I., Brandão, G. O., & Neto, R. F. A. (2023). Reflections on meaningful learning in Mathematics: the challenge of teaching operations with integers: Reflexões acerca da aprendizagem significativa na Matemática: o desafio de lecionar operações com números inteiros. *Concilium*, 23(2), 172-185. <https://www.researchgate.net/publication/368408912>
- Reigeluth, C. M. (1983). Instructional design: what is it and why is it. *Instructional-design theories and models: An overview of their current status* (pp. 3-36). Routledge. <https://B2n.ir/x81871>
- Reigeluth, C. M. (Ed.). (2013). *Instructional design theories and models: A new paradigm of instructional theory* (Vol. 2). Routledge. <https://B2n.ir/y60492>
- Reiser, R. A., & Dempsey, J. V. (2007). *Trends and issues in instructional design and technology* (2nd Edition). Merrill Prentice Hall. <https://B2n.ir/w33823>

- Ricketts, J. C. (2003). *The efficacy of leadership development, critical thinking dispositions, and student academic performance on the critical thinking skills of selected youth leaders* [Doctoral dissertation, University of Florida]. <https://ufdc.ufl.edu/UFE0000777/00001/images>
- Sajedi Rad, H., Jahani, J., Shafiee Sarvestani, M., & Mohammadi, M. (2021). Designing a critical thinking training model and its effectiveness on critical thinking skills of sixth grade elementary students. *Research in Curriculum Planning*, 18(2), 113-134. <https://sanad.iau.ir/fa/Journal/jsre/Article/899918> [In Persian].
- Schank, R. C., Berman, T. R., & Macpherson, K. A. (1999). Learning by doing. In *Instructional-design theories and models: A new paradigm of instructional theory* (Volume II; pp. 161-181). Routledge. <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9781410603784-10>
- Schwartz, D. L., Lin, X., Brophy, S., & Bransford, J. D. (1999). Toward the development of flexibly adaptive instructional designs. In *Instructional-design theories and models: A new paradigm of instructional theory* (1st Edition; pp. 183-213). Routledge. <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9781410603784-11>
- Seif, A. (2022). *Modern educational psychology: Psychology of learning and education*. Doran Publishing. [In Persian].
- Smith, P. L., & Ragan. T. J. (2005). *Instructional design*. John Wiley& Sons. https://spip.telugu.ca/ted6210_v3/IMG/pdf/TED6210_Smith_2005.pdf
- Sweller, J., Van Merriënboer, J. J., & Paas, F. G. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, 10, 251-296. <https://doi.org/10.1023/A:1022193728205>
- Vahdani Asadi, M. R. (2021). Instructional design model, for moral instruction. *Professional Ethics in Education*, 1(1), 59-105. https://ethics.cfu.ac.ir/article_1783.html?lang=en
- Van Merriënboer, J. J., & Kester, L. (2014). The four-component instructional design model: multimedia principles in environments for complex learning. In *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (pp. 104 – 148). Cambridge University Press.
- Van Merriënboer, J. J., & Kirschner, P. A. (2017). *Ten steps to complex learning: A systematic approach to four-component instructional design*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315113210>
- Van Merriënboer, J. J., Clark, R. E., & De Croock, M. B. (2002). Blueprints for complex learning: the 4C/ID-model. *Educational Technology Research and Development*, 50(2), 39-61. <https://doi.org/10.1007/BF02504993>
- Wade, C. H., Wilkens, C. P., Sonnert, G., & Sadler, P. M. (2020). Four component instructional design (4C/ID) model confirmed for secondary tertiary mathematics. *Mathematics Education Across Cultures*. <https://eric.ed.gov/?id=ED630013>
- Zhang, A., Olelewe, C. J., Orji, C. T., Ibezim, N. E., Sunday, N. H., Obichukwu, P. U., & Okanazu, O. O. (2020). Effects of innovative and traditional teaching methods on technical college students' achievement in computer craft practices. *Sage Open*, 10(4), 2158244020982986. <https://doi.org/10.1177/2158244020982986>