

## Study the effect of teaching physics with a modeling approach on improving students' learning and eliminate misconception

Abolfazl Azizi\*<sup>1</sup>, FatemeAhmadi<sup>2</sup>, Javid Zamiranvari<sup>3</sup>, reza rashedi<sup>4</sup>

پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۱۰/۲۶

دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۰۵/۳۰

Accepted Date: 2021/02/15

Received Date: 2021/08/21

### Abstract:

**Purpose:** All human developments and accomplishment are resulted from learning. it is necessary to use the new teaching methods that are essential for learners' conceptual learning. One of these teaching methods, teaching method with a modeling approach, which are used from real-world problems. The purpose of present the effect of teaching physics with a modeling approach on improving students' learning and eliminate Misconception

**Method:** For this purpose, we selected A sample with multi-stage cluster sampling method of 40 people from the Statistical Society students of Experimental second male students. And they were randomly divided into experimental and control groups. In order to assessment of learning and eliminate Misconception, we benefit from some tests .In data analysis, was used descriptive statistic, analysis of covariance, Kolmogorov-smirnov test and chi-square testing.

**Finding:** The results showed that: teaching by modeling on academic achievement and correcting misconception has a positive effect. In fact, the research results indicate that modeling can improve the process of formation of knowledge structure in learners and thus increase their understanding of the concepts of science.

**Abstract (Extended):** In the contemporary era, education based upon learning theories has become a major and important issue. New educational methods seek to develop creative and innovative citizens who are ready to live in the new era. We may say that the main mission of education and development is enabling all individuals to fully develop their talents and recognize their creative abilities.

1. Techer, high school, Damghan, Iran.

\* Responsible author:

Email:abolfazl\_azizi57@yahoo.com

2. Associate Professor, Faculty of Science,shahid rajaee teacher training univercity, Tehran, Iran.

3. Assistant Professor, Faculty of Science,shahid rajaee teacher training univercity, Tehran, Iran.

4. Assistant Professor, Faculty of Science,shahid rajaee teacher training univercity, Tehran, Iran.

Although this goal might seem difficult and far-fetched, it is a crucial step to creating a fair world which is a better place to live. With the current approach, physics is a difficult science based upon mathematics which can be understood only by the few talented and capable students. However, understanding the ideas hidden behind most of the concepts of physics and its applications are beyond the capabilities of everybody. There are new techniques through which links can be established between physics and the real world. Utilizing the modeling method can be really effective as real questions are utilized.

A modeling problem can show a comprehensive and full picture of application of physics in society to students. In the new methods, transferring knowledge through teacher and books to students and bonuses have been replaced by building knowledge through significant learning. Misconceptions have a great influence on the learning level of the students and are a great barrier in gaining knowledge. Despite the great efforts made by teacher, students do not get to realize the basic ideas and views in the class. One of the main features of a modeling problem is that it must be situation-based and adapted from the real world. In the present research, teaching through modeling is the independent variable and educational development and misconceptions are dependent variables. To measure the educational development of the students, the homogeneity of both experiment and witness groups in the pretest were investigated and finally the correctness of the hypotheses was checked. The present research is conducted through the quasi-experimental method through pretest and post-test for the control and experiment group. For this purpose, pretests were administered on experiment and control groups. As for the experiment group, lesson plans were prepared for each session and problems associated with the real world were put forward, and students were asked to discuss the questions with other members of the group and solve them.

The data collection tool in this research is a researcher made questionnaire whose validity and stability were confirmed and measured by physics instructors and experienced teachers. Cronbach's alpha was utilized to measure the validity of questions. In the present research, teaching through modeling is the independent variable and educational development and misconceptions are dependent variables. To measure the educational development of the students, the homogeneity of both experiment and witness groups in the pretest were investigated and finally the correctness of the hypotheses was checked. The present paper sought to answer this question whether modeling teaching method can result in educational progress of the students and remove their misconceptions or not. We can say that modeling is one of the active methods of teaching. In other

words, as the unilateral role of the teacher in class becomes less and less, the role of the students in learning becomes more prominent and the level of interaction between students and teacher enhances. This results in development of individual skills and their prosperity. In this method, students participate in discussions, interpret data, propose new methods for solving problems, describe solutions and explain concepts through their own words. Describing the reason, we can say that as modeling method utilizes problem solving in the form of group work, students will have a higher sense of responsibility and express their ideas without fear and discuss and exchange their ideas. Furthermore, they will have time to realize their mistakes and analyze the examples taken from the real world, thus some of their misconceptions will be removed.

These results are in line with the researches conducted by Koballa et al (1998), Symeou (2005), Rosenquist and Mc Dermot (1986) and Redish (2003).

Koballa et al (1998) have pointed to this fact that the level of students' comprehension through modeling goes up and this will result in signification of their knowledge structure. A paper has been written by Ronsokit and Mc Dermot titled (1986). This article is based on the observation of real movements and develops a conceptual understanding of cinematic concepts.

Symeou (2005) in his paper titled "Translation of structuralism in educational design: potentials and restraints" states that teachers need to put students in center in the process of gaining significant learning. Teachers must switch from class reference to guide, consultant and facilitator of learning. They must also use real issues for educational materials and goals.

Redish (2003) in a paper titled "Teaching physics with the physics suite" state that researches indicate modeling enhances the students' level of comprehending scientific concepts and it helps give significance to concepts.

**Keywords:** teaching physics, modeling, learning, Misconception

## بررسی تأثیر آموزش فیزیک با رویکرد مدل‌سازی بر بهبود یادگیری و رفع کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان

ابوالفضل عزیزی<sup>۱\*</sup>، فاطمه احمدی<sup>۲</sup>، جاوید ضمیرانوری<sup>۳</sup>، رضا رشیدی<sup>۴</sup>

### چکیده

**هدف:** تمام پیشرفت‌ها و دستاوردهای بشری محصول یادگیری است. با توجه به اهمیت آموزش علوم، استفاده از روش‌های نوین تدریس برای یادگیری مفهومی فراگیران ضروری است. یکی از این روش‌ها، روش تدریس با رویکرد مدل‌سازی است که برای تشریح مباحث درسی از مسائل دنیای واقعی استفاده می‌شود. هدف از پژوهش حاضر، بررسی تأثیر آموزش مفاهیم فیزیک به روش مدل‌سازی بر بهبود یادگیری و رفع کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان است.

**روش:** برای این منظور یک نمونه با روش نمونه‌گیری خوشه‌ای چندمرحله‌ای به حجم ۴۰ نفر از جامعه آماری دانش‌آموزان پسر سال دوم تجربی شهرستان دامغان انتخاب شد و به‌طور تصادفی ساده در دو گروه آزمایش و کنترل قرار گرفتند. برای سنجش یادگیری و رفع کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان از آزمون محقق ساخته استفاده گردید. در تحلیل داده‌ها از شاخص‌های آمار توصیفی، تحلیل استنباطی کواریانس، آزمون کلموگراف اسمیرنوف و خی دو استفاده شد.

**یافته:** نتایج این پژوهش نشان داد که آموزش به روش مدل‌سازی بر بهبود یادگیری و اصلاح کج‌فهمی‌ها تأثیر مثبت دارد. در واقع نتایج تحقیق حاکی از آن است که با مدل‌سازی می‌توان فرآیند شکل‌گیری ساختار دانش در فراگیران را بهبود بخشید و میزان درک آن‌ها را از مفاهیم علوم افزایش داد.

**کلیدواژه‌ها:** آموزش فیزیک، مدل‌سازی، یادگیری، کج‌فهمی

۱. دبیر، دبیرستان، دامغان، ایران.

\* نویسنده مسئول:

Email: abolfazl\_azizi57@yahoo.com

۲. دانشیار دانشکده علوم پایه، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی تهران، ایران.

۳. استادیار دانشکده علوم پایه، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی تهران، ایران.

۴. استادیار دانشکده علوم پایه، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی تهران، ایران.

## مقدمه

در دوران معاصر، آموزش با تکیه بر نظریه‌های یادگیری به امری مهم تبدیل شده است. هدف روش‌های آموزشی جدید پرورش شهروندانی خلاق و متفکر است که برای زندگی در عصر جدید آماده باشند. حصول این هدف هر چند دشوار است، اما در جهت نیل به جهانی عادلانه‌تر و بهتر برای زیستن ضروری محسوب می‌شود (Larson, 2009). هدف هر معلمی در تدریس، کمک به دانش‌آموزان در رسیدن به اهداف آموزش است. با این حال معلمان همیشه از این که بیشترین تلاش خود را به کار می‌گیرند ولی تعداد زیادی از دانش‌آموزان مفاهیم ارائه شده در کلاس را در نمی‌یابند، نگران هستند. تحقیقات وسیع تعداد زیادی از محققان در زمینه آموزش فیزیک نشان داد که آموزش سنتی فیزیک در مورد درصد زیادی از شاگردان مؤثر نیست. بسیاری از دانش‌آموزان درس فیزیک را دوست ندارند؛ خیلی از آن‌ها فکر می‌کنند که فیزیک هیچ ارتباطی با زندگی شخصی یا اهداف بلندمدتشان ندارد و بسیاری از آن‌ها در کسب مهارت‌های لازم جهت موفقیت در دوره‌های آموزشی پیشرفته ناکام می‌مانند (Redish, 2003). این چالش، شاید پیامد نگرش سنتی به فیزیک است. فیزیک با نگرش سنتی، علمی دشوار و مبتنی بر ریاضیات به شمار می‌رود که تنها تعداد کمی از شاگردان توانا، قادر به درک و فهم آن بوده و هستند. این در حالی است که درک ایده‌های نهفته در پشت بیشتر مفاهیم فیزیک و کاربردهای آن‌ها در زندگی روزانه برای همه میسر است (Arnold, 2006).

در نگرش سنتی آموزش فیزیک، بر تفکر فرمولی تأکید گردیده و شاگرد پیش از اکتساب شهود مفهومی و عینی، درگیر حل ریاضی و فرمولی شده و مفاهیم در ذهنش حالت انتزاعی خواهند داشت. متأسفانه شیوه کنونی و سنتی آموزش علوم که در آن دانش‌آموزان دریافت‌کننده‌های منفعل اطلاعات‌اند، نتوانسته است وظیفه‌ی خطیر یادگیری و آموزش برای عموم دانش‌آموزان را به نحو مطلوب انجام دهد و چون مفاهیم و مسائل ارائه شده برای دانش‌آموز ملموس نیست و از دنیای واقعی گرفته نشده است، بنابراین در دانش‌آموز ایجاد انگیزه نمی‌کند، در نتیجه شاهد افت تحصیلی در نظام آموزشی می‌باشیم. از دیدگاه نظریه‌پردازان یادگیری رفتارگرا، از جمله Thorndike (1898)، موقعیت یادگیری را باید تا آنجا که ممکن است به زندگی واقعی نزدیک کرد تا آموخته‌های کلاس درس به محیط زندگی قابل انتقال باشند (Hergenhahn, 2004).

تکنیک‌های جدیدی وجود دارد که می‌توان با استفاده از آن‌ها ارتباط بین فیزیک و دنیای واقعی را برقرار نمود. بهره‌گیری از روش مدل‌سازی، به دلیل استفاده از سؤالات واقعی، می‌تواند در این رابطه

مفید باشد. زیرا از سؤالات واقعی استفاده می‌شود. یک مسئله مدل‌سازی، می‌تواند تصور جامع و کاملی از کاربرد فیزیک در جامعه به دانش‌آموزان بدهد و به آنان انگیزه دهد. بر اساس دیدگاه بر ساخت‌گرایی فرهنگی-اجتماعی (Vygotsky (1896 دانش‌آموزان باید ضمن حل مسائل با خود و دیگران به صحبت بپردازند. در فرآیند مدل‌سازی، بحث‌های گروهی تقویت می‌شود. زیرا دانش‌آموزان در نحوه فرمول-بندی مسائل و نمادگذاری و شناسایی متغیرهای مربوط و نامربوط با خود و دیگران به بحث و گفتگو می‌پردازند. در حقیقت مدل‌سازی، ظرفیت شنیدن، درک، تفسیر و ارتباط با دیگران را افزایش می‌دهد. آموزش فیزیک با روش مدل‌سازی را Hestenes (2006) از دانشگاه ایالتی آریزونا برای آموزش فیزیک طراحی کردند. آن‌ها برای مدت بیش از ۲۰ سال از کاربرد مدل‌ها در آموزش فیزیک حمایت کرده‌اند (Etkina, 2006).

یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های یک مسئله مدل‌سازی این است که برای دانش‌آموزان، زمینه مدار یا موقعیت مدار باشد و از دنیای واقعی آنان گرفته شده باشد. لذا مسائل متناسب با یک فرهنگ الزاماً متناسب با سایر فرهنگ‌ها نیست. مثلاً موضوع گرد و غبار برای ساکنین نواحی غرب کشور، یک مثال کاملاً زمینه مدار است در حالی که برای فرد دیگری در شمال کشور مثلاً «بارش» یا «مه» زمینه مدار است. همچنین ضروری است که مسائل مدل‌سازی برای دانش‌آموزان ملموس باشد، یعنی متناسب با سن، شرایط زندگی اجتماعی- فرهنگی و موقعیت جغرافیایی آن‌ها باشد و به بیان دیگر واقعی به نظر برسد تا اینکه برایشان چالش برانگیز باشد. چنین فعالیت‌هایی می‌توانند دانش‌آموزان را به فیزیک علاقه‌مند سازد یا دست‌کم مانع ایجاد نگرش منفی نسبت به فیزیک در آن‌ها شود. (Clemens, 1996). زمانی که قرار است مفهومی را به دانش‌آموزان آموزش دهیم اگر دانش‌آموزان بتوانند برای آنچه آموزش داده می‌شود دلیل و معنایی در محیط اطراف بیابند یادگیری بسیار راحت‌تر صورت می‌گیرد. البته این امر خاص دانش‌آموزان نیست بلکه یادگیرندگان بزرگسال نیز زمانی بهتر یاد می‌گیرند که برای آنچه می‌آموزند دلیلی در ارتباط با زندگی و محیط روزمره بیابند (Research and Curriculum Planning Organization, 2012).

از نظر Blum and Galbraith (2007) یک مسئله مدل‌سازی دارای ۴ مرحله؛ فرمول‌بندی، حل مسئله، تفسیر جواب و ارزیابی است. در کلاس مدل‌سازی به دنبال حل مسائلی هستیم که مربوط به دنیای واقعی دانش‌آموز باشد. رو به‌رو کردن دانش‌آموزان با یک مسئله باعث دادن فرصت به آن‌ها برای خطا کردن، به کار بردن دانش خود و لذت بردن از هیجان در کشف کردن می‌شود، به آن‌ها فرصت داده می‌شود تا در موضوع‌های گوناگون تصمیم‌گیری کنند (فرضیه‌سازی کنند) و فرضیه‌های خود را

اجرا کنند. از طریق روش تدریس حل مسئله دانش‌آموزان دانش یا مهارت جدید را برای حل مسئله یا تکمیل کاری که ارتباط نزدیک با زندگیشان دارند فرا می‌گیرند. یادگیری بر اساس مسئله محوری به مسائلی می‌پردازد که ارتباطی تنگاتنگ با موقعیت‌های زندگی واقعی دارند (Morsali, 2012).

Dewey (1933) بر آن است که بهترین روش آموزش، به کار بردن روش پژوهش علمی از سوی خود دانش‌آموزان است. همان روشی که یک پژوهنده یا دانشمند برای رسیدن به پاسخ یک مسئله در پیش می‌گیرد. او پس از رو به رو شدن با وضعیتی مبهم، پرسشی دقیق طرح می‌کند، برای یافتن پاسخ به گردآوری اطلاعات می‌پردازد، در زمینه اطلاعاتی که فراهم آورده، به پاسخ یا پاسخ‌هایی می‌رسد و سرانجام به سنجش و آزمایش پاسخ‌ها می‌پردازد تا از درستی یا نادرستی آن‌ها مطمئن گردد (Dewey, 1993). مهم‌ترین وظیفه معلمان در نظریه آموزشی آزوبل، پیدا کردن ارتباط بین محتوای اطلاعات قدیم و جدید دانش‌آموزان و بین قسمت‌های مختلف آن است. از این رو دانش موجود یادگیرنده در هنگام یادگیری از اهمیت فراوان برخوردار است، چرا که یادگیری‌های جدید بایستی به آن‌ها ربط پیدا کند (Kordnoghabi, 2007). مطالعات نشان می‌دهد که دانش‌آموزان با ذهن خالی در مورد پدیده‌های طبیعی وارد کلاس نمی‌شوند و اغلب آنان عقایدی دارند که حاصل تجربیات فردی آنان و یا حاصل آموزش سنتی است که در مدرسه دیده‌اند. این دانش قبلی آنان پیش‌زمینه ذهنی نامیده می‌شود. طبق نظر Redish (2003) این پیش‌زمینه‌ها از دو نظر حائز اهمیت هستند. اول این‌که به ما کمک می‌کند بفهمیم آنان اغلب چه اشتباهاتی می‌کنند و چگونه ممکن است مطالبی را که به آن‌ها می‌گوییم یا خودشان می‌خوانند به طرز نادرستی تفسیر نمایند. دوم این‌که کمک می‌کند بهتر به پرسش‌های آنان پاسخ دهیم و منظور آنان از یک پرسش را که بسیار ساده به نظر می‌رسد بفهمیم و از ایجاد کج‌فهمی جلوگیری کنیم. همچنین ردیش بیان می‌دارد که اگر اطلاعات اولیه‌ی شاگردان را در نظر بگیریم و کار تدریس را با مطالب و استدلال‌هایی که آن‌ها قادر به فهم آن هستند، شروع نماییم، در این صورت می‌توان احساس خوبی در شاگردان نسبت به خود و توانایی‌هایشان در فیزیک ایجاد نمود (Redish, 2003).

کج‌فهمی‌ها تأثیر زیادی بر چگونگی یادگیری دانش‌آموزان دارند و تبدیل به مانعی در کسب دانش شده‌اند (Haluk, 2004). کج‌فهمی به تصورات قبلی، افکار و باورهای غیرعلمی، و مفاهیم درهم اشاره می‌کند و حالتی را نشان می‌دهد که در آن عقاید دانش‌آموزان با تفسیر علمی مدرن کاملاً مغایر است. امروزه کج‌فهمی دانش‌آموزان در دروس مختلف، تهدیدی مهم در فرایند کلی یاددهی-یادگیری در سطح مدرسه یا دانشگاه است. کج‌فهمی‌ها طیفی گسترده از مفاهیم علمی را در بر می‌گیرد. با وجود

تلاش بسیار زیاد معلمان، دانش‌آموزان ایده‌ها و دیدگاه‌های اساسی را در کلاس درک نمی‌کنند. حتی بهترین دانش‌آموزان فقط با حفظ کردن کلمات و استفاده آن در جای درست پاسخ صحیح را می‌گویند ولی مفهوم آن‌ها را درک نمی‌کنند و یادگیری معنادار اتفاق نمی‌افتد. فراهم کردن چالش‌های حل مسئله‌ای که برگرفته از زندگی واقعی است باعث می‌شود تا دانش‌آموزان به درک محتوا نیازمند شوند و تمام تلاششان را برای شناسایی کج‌فهمی‌های خود انجام دهند.

(Malcom Wells (1995 در مقاله‌ای با عنوان "روش مدل‌سازی برای آموزش فیزیک دبیرستان" به آموزش مکانیک به سه روش "پرسش مشارکتی"، "روش مدل‌سازی" و "روش سنتی" پرداخته است. با بررسی نمره‌های پس‌آزمون مکانیک به این نتیجه رسید که در کلاس درس سنتی درک ضعیف‌تری از مفاهیم پایه نیوتنی نسبت به کلاس مدل‌سازی وجود دارد. چون روش مدل‌سازی بر مفاهیم پایه تمرکز دارد؛ مهارت حل مسئله آسان‌تر و مطمئن‌تر توسعه می‌یابد.

(Lvstagma (2003 در پژوهشی تحت عنوان "آموزش مدل‌سازی در یادگیری فیزیک" که با هدف توسعه مهارت‌های حرفه‌ای معلمان فیزیک دوره دبیرستان صورت گرفته است، به این نتیجه رسید که یادگیری فیزیک زمانی به‌طور مؤثر انجام می‌شود که دانش‌آموزان در امر یادگیری فعالانه شرکت کنند. بنابراین می‌توان به اهمیت روش‌های نوین تدریس پی برد.

(Hestenes (2006 در مقاله‌ای با عنوان "یادداشت‌هایی برای نظریه مدل‌سازی در علوم" به مقایسه روش تدریس سنتی و روش تدریس مدل‌سازی بر روی ۷۵۰۰ دانش‌آموز فیزیک دبیرستان که در پروژه آموزش با رویکرد مدل‌سازی (۱۹۹۸ - ۱۹۹۵) شرکت کرده بودند، پرداخته است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که میانگین نمرات آزمون FCI دانش‌آموزان در آموزش سنتی حدود ۲۶٪ است و کاملاً زیر ۶۰٪ (آستانه درک مکانیک نیوتنی) است. در نتیجه عملکرد خوبی نسبت به آموزش به روش مدل‌سازی نداشته‌اند.

بنابراین در این پژوهش بر آن برآمدم تا تأثیر آموزش به روش مدل‌سازی را بر بهبود یادگیری و رفع کج‌فهمی‌ها در فیزیک، مورد بررسی قرار دهیم. لذا می‌بایست یکی از مباحث فیزیک را انتخاب کرده و آموزش آن مبحث را به روش مدل‌سازی مورد ارزیابی قرار می‌دهیم. یکی از مباحث فیزیک، مبحث مکانیک است. مکانیک بخش مهمی از فیزیک است که آموزش آن در سطح دبیرستان همواره با مشکل مواجه بوده است. پس پژوهش برای حصول روشی کارآمد در آموزش این مبحث ضروری می‌نماید. با توجه به آنچه گفته شد آموزش فیزیک مبتنی بر فرمول و جدا از جهان واقعی با شیوه‌ی



گفتار و سخنرانی، آموزشی ناکارآمد است و قادر به ایجاد شهود و بینش واقعی در شاگردان نیست. ضمن اینکه شوق یادگیری فیزیک را از بین می‌برد. درحالی‌که مکانیک نیوتنی موضوعی هیجان‌انگیز است و بیشترین ارتباط را با دنیای واقعی دارد. با استفاده از شیوه‌های نوین می‌توان فهم فیزیک را برای همه شاگردان بدون توجه به توانایی علمی و ریاضی آن‌ها آسان نمود. بنابراین فرضیه‌های این پژوهش به صورت زیر انتخاب شدند:

۱- آموزش به روش مدل‌سازی در مقایسه با روش سنتی در مبحث سینماتیک، به بهبود یادگیری مطلوب‌تر در دانش‌آموزان می‌انجامد.

۲- با آموزش به روش مدل‌سازی در مبحث سینماتیک می‌توان میزان کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان را در این مبحث کاهش داد و آن‌ها را اصلاح نمود.

### روش پژوهش

پژوهش حاضر از نوع نیمه آزمایشی طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون برای دو گروه کنترل و آزمایش استفاده می‌شود. جامعه آماری این تحقیق شامل کلیه دانش‌آموزان پسر سال دوم تجربی مدارس شهرستان دامغان می‌باشد که در سال ۱۳۹۴-۱۳۹۵ مشغول به تحصیل بودند. حجم جامعه آماری براساس گزارش اداره آموزش و پرورش ۴۰۰ بود که نمونه این پژوهش شامل ۴۰ نفر از دانش‌آموزان پسر سال دوم تجربی، ۲۰ نفر گروه گواه و ۲۰ نفر گروه آزمایش بود که با روش نمونه‌گیری خوشه‌ای چندمرحله‌ای انتخاب شده‌اند، بدین‌صورت که ابتدا منطقه‌ای از بین مناطق شهر دامغان انتخاب سپس از بین دبیرستان‌های پسرانه یک دبیرستان به صورت تصادفی انتخاب شد. از بین دو دبیرستان به صورت تصادفی یک کلاس به‌عنوان گروه آزمایش و یک کلاس به‌عنوان گروه گواه انتخاب گردید.

آموزش در گروه گواه به شیوه سنتی و در گروه آزمایش به شیوه مدل‌سازی انجام شد. برای این منظور ابتدا از گروه‌های آزمایش و کنترل پیش‌آزمون به عمل آمد. سپس در گروه آزمایش برای هر جلسه تدریس، طرح درس مناسب آن تهیه و تنظیم شد و در هر جلسه تدریس، مسئله‌هایی که با دنیای واقعی در ارتباط بودند، طرح، و از دانش‌آموزان خواسته می‌شد بعد از اتمام درس مربوطه، سؤالات را با اعضای گروه مطرح و با تبادل نظر یکدیگر، سؤالات را حل می‌کردند. بدین‌صورت که ابتدا ۲۰ دانش‌آموز موجود در کلاس را به ۵ گروه ۴ تایی تقسیم کردیم. بعد از مشورت با تنی چند از اساتید و دبیران فیزیک برای هر جلسه ۴ مثال انتخاب گردید. در جلسات تدریس، بعد از دادن

توضیحاتی راجع به مبحث موردنظر، مثال‌هایی را که از قبل آماده شده بود و به‌طور جداگانه برای هر گروه تکثیر گردیده بود، در اختیار دانش‌آموزان قرار دادیم. سپس اعضای گروه شروع به مشورت با یکدیگر کردند و به بحث و تبادل نظر راجع به مسئله پرداختند. بعد از دقایقی نظرات گروه‌ها راجع به حل مسئله جمع‌آوری شد و بعد از بحث و بررسی سایر گروه‌ها با همدیگر، جواب نهایی مسئله معین می‌گشت. سپس دانش‌آموزان سراغ مسئله بعدی می‌رفتند و دوباره مراحل ذکر شده را طی می‌کردند تا در نهایت، ۴ مسئله طراحی شده، بررسی می‌شد. آموزش مبحث سینماتیک در هر دو گروه کنترل و آزمایش، به مدت ۶ جلسه‌ی ۱/۵ ساعته اجرا شد. بعد از اتمام مبحث پس‌آزمون از هر دو گروه گرفته شد.

بعد از اجرای پیش‌آزمون و پس‌آزمون در هر دو گروه کنترل و آزمایش، تعداد کج‌فهمی‌های مشاهده شده برای هر یک از انواع ۶ گانه کج‌فهمی که از پژوهش‌های محققین مختلف در مبحث سینماتیک، مورد مطالعه قرار گرفته بود و در طراحی سؤالات آزمون از آن‌ها استفاده گردید، مورد شمارش قرار گرفت. در آزمون‌های چهار گزینه‌ای غالباً پاسخ‌های نادرست به معنای وجود کج‌فهمی در نظر گرفته می‌شود. این در حالی است که گاهی پاسخ‌های نادرست ناشی از فقدان دانش یا اشتباه است. لذا در این تحقیق با توجه به این‌که دانش‌آموز سطح اطمینان خود را (گزینه مطمئن هستم) نسبت به پاسخ‌ها در هر سؤال مشخص می‌کند، می‌توان با دقت بالایی بین کج‌فهمی و فقدان دانش تمایز قائل شد. در این حالت پاسخ‌های نادرستی که با سطح اطمینان "شک دارم" یا "تصادفی زدم"، همراه هستند، کج‌فهمی محسوب نمی‌شود.

### ابزار گردآوری داده‌ها

ابزار گردآوری داده‌ها در این تحقیق، آزمون محقق ساخته است. سؤالات این آزمون ترکیبی از سؤالات آزمون FCI<sup>۱</sup> (این آزمون یکی از آزمون‌های استاندارد ارزیابی محتوایی است که توسط Hestenes (2006) و همکارانش در دانشگاه ایالتی آریزونا طراحی شده است. این آزمون ارزیابی شامل تعدادی سؤال چند گزینه‌ای در مبحث دینامیک و سینماتیک است) و سؤالاتی می‌باشد که با مشورت اساتید دانشگاه و برخی دبیران مجرب ساخته شده است. این آزمون شامل ۲۰ سؤال چهار گزینه‌ای است. در هر یک از سؤال‌ها سه گزینه "مطمئن هستم"، "تصادفی زدم" و "شک دارم" نیز آمده است

۱. Force Concept Inventory

که دانش‌آموز پس از دادن جواب موردنظر، سطح اطمینان خود را نیز نسبت به جواب مشخص می‌کند. روایی آزمون، هم به صورت صوری (ظاهری) و هم به صورت وابسته به ملاک، توسط اساتید، آموزشگران آموزش فیزیک و نیز دبیران مجرب سنجیده شده است. برای تعیین میزان پایایی سؤالات آزمون از روش آلفای کرونباخ استفاده شده است که مقدار ضریب آلفا برابر با ۰/۷۵۲ بدست آمد و از آنجا که مقداری بیش از ۰/۷ محاسبه شده می‌تواند گویای پایایی قابل قبول آزمون محقق ساخته باشد.

### روش تجزیه و تحلیل داده‌ها

در پژوهش حاضر آموزش به روش مدل‌سازی به عنوان متغیر مستقل و بهبود یادگیری و رفع کج فهمی‌ها متغیر وابسته در نظر گرفته شده‌اند. جهت بررسی آزمون فرضیه‌ها، پس از اطمینان از برقرار بودن مفروضه‌های آزمون، از روش آمار استنباطی تحلیل کواریانس برای مقایسه دو گروه اقدام شد. یکی از مفروضه‌ها توزیع نرمال متغیرها است. جهت بررسی این مفروضه از آزمون کلموگراف اسمیرنوف بهره برده شد که نتایج آن نشان داد توزیع نرمال، چه در پیش‌آزمون چه در پس‌آزمون، در هر دو گروه کنترل و آزمایش در بهبود یادگیری، نرمال بوده است.

جدول ۱: نتایج آزمون کلموگراف اسمیرنوف بهبود یادگیری

متغیر	گروه	آماره	سطح معناداری	توزیع نرمال
پیش‌آزمون	آزمایش	۰/۹۴۱	۰/۲۲۵	دارد
	کنترل	۰/۹۳۶	۰/۱۴۸	دارد
بهبود یادگیری پس‌آزمون	آزمایش	۰/۹۳۵	۰/۱۵۱	دارد
	کنترل	۰/۹۴۳	۰/۲۳۹	دارد

نتایج جدول ۱ نشان داد که مقدار سطح معناداری بالاتر از ۰/۰۵ است. بنابراین فرضیه صفر در این متغیرها در سطح اطمینان ۹۵ درصد، مورد تأیید قرار می‌گیرد و توزیع داده‌ها در متغیرهای پژوهش از توزیع نرمال پیروی می‌کنند.

یکی دیگر از پیش‌فرض‌های آزمون تحلیل کواریانس، برابری واریانس‌هاست. با توجه به برابری تعداد افراد گروه‌ها، این پیش‌فرض مشکل‌ساز نیست. البته نتایج بدست آمده از آزمون لوین نیز این مسئله را تأیید می‌کند ( $P > 0/05$ ). نتایج حاصل از این آزمون در جدول ۲ ارائه شده است.

## جدول ۲- نتایج آزمون لوین جهت بررسی پیش فرض برابری واریانس بهبود یادگیری

آزمون لوین				
متغیر	آماره	درجه آزادی ۱	درجه آزادی ۲	سطح معناداری
بهبود یادگیری	۲/۵۸۲	۱	۳۸	۰/۱۱۶

پیش فرض آخر، همگنی ضرایب رگرسیون است. یافته‌های بدست آمده نشان می‌دهد که ( $P > 0/05$ ) در نتیجه این پیش فرض نیز تأیید می‌گردد. نتایج حاصل از این بررسی در جدول ۳ ارائه شده است.

## جدول ۳- نتایج بررسی پیش فرض همگنی ضرایب رگرسیونی بهبود یادگیری

منبع تغییرات	مجموع مجذورات	درجات آزادی	میانگین مجذورات	F	سطح معناداری
گروه* پیش‌آزمون	۶/۰۰۹	۱	۶/۰۰۹	۵/۲۴	۰/۶۱۲

با توجه به برقراری تمامی پیش فرض‌های مربوط به آزمون تحلیل کوواریانس، استفاده از این آزمون بلامانع است. در ادامه نتایج حاصل از این آزمون جهت بررسی فرضیه بهبود یادگیری ارائه شده است.

## جدول ۴- نتایج آزمون تحلیل کوواریانس پس از آزمون نمرات بهبود یادگیری دو گروه آزمایش و کنترل با

## برداشتن اثر پیش‌آزمون

منبع تغییرات	مجموع مجذورات	درجات آزادی	میانگین مجذورات	F	سطح معناداری	$\eta^2$
پیش‌آزمون	۲۲۵/۲۵۷	۱	۲۲۵/۲۵۷	۱۷۸/۶۸۸	۰/۰۰۰	
بین گروه	۳۱/۲۲۹	۱	۳۱/۲۲۹	۲۴/۸۲۹	۰/۰۰۰	
خطا	۶۴۳	۳۶	۱/۲۶۱			۰/۴۰۲
کل	۴۰۹۴/۰۰۰	۴۰				

پس از تعدیل نمرات پیش‌آزمون، اثر معناداری بین آزمودنی‌های ( $\eta^2_{\text{Partial}} = 0/402$ )،  $p < 0/05$ ، دو گروه وجود داشت. نمرات میانگین تعدیل شده نشان می‌دهد که یادگیری گروه آزمایش در مقایسه با آموزش سنتی در گروه کنترل، پس از اجرای متغیر مستقل افزایش یافته است.

بنابراین فرضیه صفر رد و فرضیه پژوهش تأیید می‌گردد. یعنی آموزش با رویکرد مدل‌سازی منجر به بهبود یادگیری دانش‌آموزان شده است.

برای بررسی فرضیه دوم پژوهش و اثبات فرضیه تحقیق از آزمون  $\chi^2$  استفاده کردیم تا مشخص شود آیا تفاوت معناداری بین این فراوانی‌ها وجود دارد یا خیر. در جدول ۵، کج‌فهمی‌های موجود در سؤالات آورده شده است.

جدول ۵. کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان

شماره کج‌فهمی	نوع کج‌فهمی‌ها
۱	دانش‌آموزان تفاوتی بین جابه‌جایی و مسافت قائل نیستند.
۲	دانش‌آموزان جهت سرعت را نمی‌شناسند و علامت منفی را برای سرعت بدون معنی می‌دانند.
۳	الف- دانش‌آموزان مکان یکسان را دلیل بر سرعت یکسان می‌دانند. ب- دانش‌آموزان مکان صفر را دلیل بر سرعت صفر می‌دانند.
۴	الف- دانش‌آموزان پس از شناخت حرکت قادر به رسم نمودارهای آن نیستند. ب- دانش‌آموزان از روی نمودار نمی‌توانند معادله حرکت را تشخیص دهند.
۵	الف- دانش‌آموزان تفاوتی بین سرعت و شتاب قائل نیستند و جهت شتاب را همان جهت سرعت می‌دانند. ب- دانش‌آموزان مفهوم شتاب را به‌درستی درک نمی‌کنند و حرکت شتابدار را حرکتی می‌دانند، که سرعت جسم در حال افزایش باشد.
۶	دانش‌آموزان مفهوم مکان اولیه را در حرکت به‌درستی درک نمی‌کنند.

در جداول ۶ و ۷ تعداد کج‌فهمی‌های مشاهده شده در پیش‌آزمون و پس‌آزمون برای هر دو گروه کنترل و آزمایش، یک‌بار بدون در نظر گرفتن سطح اطمینان و بار دیگر با در نظر گرفتن سطح اطمینان مورد شمارش قرار گرفت. سپس سطح معناداری آن‌ها با استفاده از آزمون  $\chi^2$  بررسی شده است.

جدول ۶. کج‌فهمی‌های گروه آزمایش با آزمون خی دو ( $\chi^2$ )

با در نظر گرفتن سطح اطمینان					بدون در نظر گرفتن سطح اطمینان					شماره کج‌فهمی
سطح معناداری	خی دو ( $\chi^2$ )	تعداد اصلاح شده	پس آزمون	پیش آزمون	سطح معناداری	خی دو ( $\chi^2$ )	تعداد اصلاح شده	پس آزمون	پیش آزمون	
۰/۰۴۰	۴/۲۳	۱۲	۱۱	۲۳	۰/۰۴۳	۴/۰۸	۱۴	۱۷	۳۱	۱
۰/۱۰۲	۲/۶۶	۴	۱	۵	۰/۰۳۰	۴/۵	۶	۱	۷	۲
۰/۳۴۶	۰/۸۸	۴	۷	۱۱	۰/۱۶۲	۱/۹۶	۷	۹	۱۶	۳
۰/۰۷۲	۳/۲۴	۹	۸	۱۷	۰/۰۵۲	۳/۷۸	۱۲	۱۳	۲۵	۴
۰/۱۵۷	۲	۶	۶	۱۲	۰/۱۰۲	۲/۶۶	۸	۸	۱۶	۵
۰/۰۳۵	۴/۴۵	۷	۲	۹	۰/۰۱۰	۶/۲۵	۱۰	۳	۱۳	۶

جدول ۷. کج‌فهمی‌های گروه کنترل با آزمون خی دو ( $\chi^2$ )

با در نظر گرفتن سطح اطمینان					بدون در نظر گرفتن سطح اطمینان					شماره کج‌فهمی
سطح معناداری	خی دو ( $\chi^2$ )	تعداد اصلاح شده	پس آزمون	پیش آزمون	سطح معناداری	خی دو ( $\chi^2$ )	تعداد اصلاح شده	پس آزمون	پیش آزمون	
۰/۰۴۶	۴	۱۲	۱۲	۲۴	۰/۰۴۰	۳/۹۲	۱۴	۱۸	۳۲	۱
۰/۳۱۷	۱	۲	۱	۳	۰/۴۱۴	۰/۶۶	۲	۲	۴	۲
۰/۵۱۳	۰/۴۲	۳	۹	۱۲	۰/۳۵۳	۰/۸۶	۵	۱۲	۱۷	۳
۰/۵۶۴	۰/۳۳	۳	۱۲	۱۵	۰/۷۳۲	۰/۱۱	۲	۱۶	۱۸	۴
۰/۵۹۰	۰/۲۹	۳	۱۴	۱۷	۰/۴۳۵	۰/۶۱	۵	۱۸	۲۳	۵
۰/۴۸۰	۰/۵	۲	۳	۵	۰/۰۴۶	۴	۸	۴	۱۲	۶

از جدول شماره ۶ چنین استنباط می‌شود که در گروه آزمایش، بدون در نظر گرفتن سطح اطمینان و با توجه به این که مقدار بحرانی خی دو، برای درجه آزادی  $n=1$  برابر  $3/841$  است، کج‌فهمی‌های شماره ۱، ۲، و ۶ (که خی دو آن‌ها بیشتر از  $3/841$  و سطح معناداری آن‌ها نیز کمتر از  $0/05$  است)، برطرف شده‌اند ولی اگر سطح اطمینان را در نظر بگیریم، کج‌فهمی‌های شماره ۱ و ۶ (که خی دو آن‌ها بیشتر از  $3/841$  و سطح معناداری آن‌ها نیز کمتر از  $0/05$  است)، برطرف می‌شوند. همچنین از جدول

شماره ۷ چنین نتیجه می‌گیریم که در گروه کنترل، بدون در نظر گرفتن سطح اطمینان و با توجه به مقدار  $n=1$  و مقدار بحرانی  $(3/841)$ ، کج‌فهمی‌های شماره ۱ و ۶ برطرف شده‌اند ولی اگر سطح اطمینان را در نظر بگیریم، کج‌فهمی شماره ۱ برطرف می‌شود.

برای اثبات فرضیه دوم تحقیق ابتدا فراوانی کل کج‌فهمی‌ها در دو گروه در هر دو حالت (بدون در نظر گرفتن سطح اطمینان و با در نظر گرفتن سطح اطمینان) را محاسبه کرده و سپس اختلاف کل فراوانی‌ها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون هر دو گروه را تعیین می‌نماییم و در نهایت با استفاده از آزمون  $(\chi^2)$  معنادار بودن آن‌ها را مورد بررسی قرار می‌دهیم.

جدول ۸. بررسی اختلاف کل فراوانی کج‌فهمی‌های گروه کنترل و آزمایش با آزمون  $(\chi^2)$

با در نظر گرفتن سطح اطمینان					بدون در نظر گرفتن سطح اطمینان					
سطح معناداری	خی دو $(\chi^2)$	اختلاف کل فراوانی‌ها	پس‌آز مون	پیش‌آز مون	سطح معناداری	خی دو $(\chi^2)$	اختلاف کل فراوانی‌ها	پس‌آز مون	پیش‌آز مون	
۰/۰۳۸	۴/۳۱	۴۲	۳۵	۷۷	۰/۰۲۹	۴/۷۴	۵۷	۵۱	۱۰۸	فراوانی کل کج‌فهمی گروه آزمایش
		۲۵	۵۱	۷۶			۳۶	۷۰	۱۰۶	فراوانی کل کج‌فهمی گروه کنترل

از جدول شماره ۸ و با مشاهده اختلاف کل فراوانی کج‌فهمی‌ها در دو گروه آزمایش و کنترل و با توجه به مقدار  $(\chi^2)$  و سطح معناداری آن که کوچک‌تر از  $0/05$ ، (با در نظر گرفتن تعداد درجات آزادی  $n=1$  و مقدار بحرانی  $(3/841)$ ، چنین استنباط می‌شود که در هر دو حالت (بدون در نظر گرفتن سطح اطمینان و با در نظر گرفتن سطح اطمینان) در گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل مقدار کج‌فهمی‌های بیشتری از دانش‌آموزان برطرف شده است. بنابراین می‌توان دریافت که روش تدریس مدل‌سازی نسبت به روش تدریس سنتی بر رفع کج‌فهمی‌ها مؤثرتر بوده است.

### بحث و نتیجه‌گیری

هدف پژوهش، بررسی تأثیر آموزش فیزیک با رویکرد مدل‌سازی بر بهبود یادگیری و رفع کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان بود. برای دستیابی به این هدف دانش‌آموزان را گروه‌بندی کرده و در حین تدریس، از مسائل دنیای واقعی (مدل‌سازی) که ملموس‌تر و قابل فهم‌تر است؛ استفاده کردیم. با اجرای

روش تدریس مدل‌سازی می‌توان به تنوع، تکامل و عمق بخشیدن در یادگیری کمک کرد و این کار منجر به فهم دقیق‌تر و کامل‌تر مطالب می‌گردد. نتایج به دست آمده از پژوهش نشان داد که تدریس به روش مدل‌سازی منجر به بهبود یادگیری درس فیزیک دانش‌آموزان و مقدار کج‌فهمی‌های بیشتری از دانش‌آموزان برطرف شده است. نتایج حاصل از این پژوهش با نتایج به دست آمده از پژوهش‌های Rosenquist And Symeou (2005)، Koballa, Chiappettat, and Collette (1998) و Mcdermott (1986) و Redish (2003) همسو می‌باشد.

Koballa, Chiappettat, and Collette (1998) در تحقیقاتشان به این نکته اشاره کرده‌اند که با مدل‌سازی میزان درک دانش‌آموزان از مفاهیم علوم بیشتر می‌شود و این امر به معنادار کردن ساختار دانش آن‌ها کمک می‌کند. (Symeou (2005) در مقاله خود اظهار می‌دارد که معلمان در راستای دستیابی به یادگیری معنادار باید در فرآیند یاددهی-یادگیری، دانش‌آموزان را محور قرار دهند و نقش خود را از مرجع کلاس، به راهنما، مشاور و تسهیل‌کننده یادگیری تغییر دهند. همچنین از زمینه‌های واقعی جهت اهداف و مطالب درسی استفاده کنند. مقاله‌ای با عنوان "روشی مفهومی برای تدریس سینماتیک" توسط Rosenquist And Mcdermott (1986) انجام شد. این مقاله بر پایه‌ی مشاهده حرکت‌های واقعی است و باعث توسعه درک مفهومی از مفاهیم سینماتیکی می‌شود. همچنین Redish (2003) در مقاله خود بیان می‌دارد که با مدل‌سازی میزان درک دانش‌آموزان از مفاهیم علوم بیشتر می‌شود و این امر به معنادار کردن مفاهیم کمک می‌کند. در تبیین این موضوع می‌توان گفت با کاهش نقش یک‌طرفه معلم در کلاس، نقش دانش‌آموزان در امر یادگیری پررنگ‌تر و تعامل دانش‌آموزان با یکدیگر و معلم افزایش یافته، بنابراین زمینه بروز استعدادها، رشد توانایی‌های فردی و شکوفایی خلاقیت آن‌ها فراهم می‌شود. در این روش دانش‌آموزان در مباحث شرکت می‌کنند، داده‌ها را تفسیر می‌کنند، برای حل مسائل راه‌های جدید پیشنهاد می‌دهند، راه‌حل‌ها را تشریح می‌کنند و مفاهیم را به زبان خودشان مطرح می‌کنند. همه این فعالیت‌ها باعث می‌شود که ساختار یادگیری دانش‌آموزان در مقایسه با سایر روش‌های تدریس سنتی پایدارتر و منسجم‌تر باشد. چون در روش تدریس مدل‌سازی از استراتژی حل مسئله به صورت کار گروهی استفاده شده است؛ دانش‌آموزان احساس مسئولیت بیشتری می‌کنند و نظرات خود را بدون ترس بیان می‌دارند و شروع به بحث و مذاکره و تبادل افکار با یکدیگر می‌نمایند. همچنین چون در خلال صحبت کردن با دیگران فرصت



پی بردن به اشتباهات خود را داشتند و مثال‌ها را که از دنیای واقعی گرفته شده است؛ تجزیه و تحلیل می‌کنند، بنابراین برخی از کج‌فهمی‌های آن‌ها برطرف شده است.

با توجه به اینکه در روش مدل‌سازی، به دلیل انجام کارهای گروهی، به زمان آموزشی بیشتری نیاز است، بنابراین پیشنهاد می‌شود که مسئولین و متصدی‌های آموزش و پرورش کشور، زمان تدریس هفتگی فیزیک را، به منظور اجرای دقیق‌تر این روش، بیشتر از مقدار کنونی تعریف و مصوب کنند. در این راستا، بهتر است کتاب‌های درسی فیزیک دوره دبیرستان مبتنی بر رویکرد مدل‌سازی، با تأکید بر حل مسائل واقعی برگرفته از فرهنگ و جامعه، تدوین شوند. همچنین با برگزاری کارگاه‌های آموزشی، معلمان را با اصول کلی رویکرد مدل‌سازی آشنا نمود تا زمینه‌های کاربرد آن فراهم گردد و در روند آموزش فعلی مورد استفاده قرار گیرد.

از محدودیت‌های این پژوهش گروه‌بندی دانش‌آموزان و مجاب کردن آن‌ها برای انجام فعالیت‌های گروهی بود. عدم آشنایی آنان با فعالیت‌های گروهی و ناسازگاری اعضای گروه با یکدیگر کنترل کلاس را مشکل می‌کرد. استفاده از روش‌های فعال تدریس مثل روش مدل‌سازی به زمان بیشتری از ساعات‌های درسی در نظر گرفته شده نیاز دارد و نمی‌توان در محدوده ساعات‌های درسی به خوبی این روش‌ها را اجرا نمود. اجرای روش‌های نوین تدریس در کلاس، نیاز به بسترسازی‌های مناسب از جمله تغییر در معماری کلاس‌ها و چینش دانش‌آموزان و ... دارد.

### ملاحظات اخلاقی

در فرآیند انجام و اجرای پژوهش حاضر، اصول اخلاق حرفه‌ای مرتبط با پژوهش رعایت شده است.

### حامی مالی

کلیه هزینه‌های پژوهش حاضر توسط نویسندگان مقاله تأمین شده است.

### تعارض منافع

بنا بر اظهار نویسندگان، مقاله حاضر فاقد هرگونه تعارض منافع بوده است. این مقاله قبلاً در هیچ نشریه‌ای اعم از داخلی یا خارجی چاپ نشده و صرفاً جهت بررسی و چاپ به فصلنامه تدریس پژوهی ارسال شده است.

## References

- Arnold, B. (2006). *Understanding Physics Through Picture Approach*. Translated By Rouhollah Khalili Boroujeni & Maryam Abbasian. First Edition. Madreseh.
- Blum, W., Galbraith, P. L., Henn, H., & Niss, M. (Eds.). (2007). "Modelling And Applications In Mathematics Education". Newyork: Springer. The 14th Icmi Study, 3-32.
- Clemens, M., & Ellerton, N. F. (1996). *Mathematics Education Research: Past, Present And Future*. Unesco.
- Dewey, J. (1933). *How We Think: A Restatement Of The Relation Of Reflective Thinking To The Educative Process*. Newyork. D.C. Heath And Company In Boston.
- Etkina, E., Warren, A., & Gentile, M. (2006). "The Role Of Models In Physics Instruction". *The Physics Teacher*, 44 (1): 34-39
- Haluk, O. (2004). "Some Student Misconceptions In Chemistry: A Literature Review Of Chemical Bonding". *Journal Of Science Education And Technology*, 13 (2):147-159.
- Hergenhahn, B. R., & Olson, M.H. (2004). *An Introduction To Theories Of Learning*. 7th Edition. Taylor & Francis.
- Hestenes, D. (2006). "Notes For A Modeling Theory Of Science, Cognition And Instruction". *Proceedings Of The 2006 Girep Conference: Modelling In Physics And Physics Education*. Arizona State University.
- Koballa, Th., Chiappettat, E., & Collette, A. (1998). *Science Instruction In The Middle And Secondary School*. 4th Edition. Merrill.
- Kordnoghi, R. (2007). *Direct Education With Theories, Models And Educational Strategies*. Tehran: Didar. [In Persian].
- Larson, J. E. (2009). *Educational Psychology: Cognition And Learning, Individual Differences And Motivation*. Newyork: Nova Science.
- Redish, E. F. (2003). *Teaching Physics*. Translated By Fatemeh Ahmadi And Mohammad Ahmadi. Tehran. Shahid Rajaie University.
- Research And Curriculum Planning Organization. Office Of Compilation Of Theoretical Primary And Secondary Textbooks (2012). *The Book Of The Sixth Grade Experimental Science Teacher*. First Edition. General Directorate Of Textbook Printing And Distribution. [In Persian].
- Rosenquist, M. L., & Mcdermott, L.C. (1986). "Aconceptual Approach To Teaching Kinematics". *American Journal Of Physics*. 55 (5): 407-515

Morsali, A. (2012). "The Effect Of Problem Solving Method On The Academic Achievement Of Third Year High School Students In The Field Of Static Electricity And Its Comparison With Traditional Teaching Methods". Master Thesis. Mahdi Saadat. Shahid Rajaei University Of Tehran. Faculty Of Science. [In Persian].

Symeou, L., & Karagiorgi, Y. (2005). "Translating Constructivism Into Instructional Design: Potential And Limitations". *Education Technology & Society*. 8 (1): 17-27.

Wells, M., Hestenes, D., & Greg S. (1995). "A Modeling Method For High School Physics Instruction". *American Journal Of Physics*. 63 (7): 606-619.