Scientific Journal

Journal of Research in Educational Systems

Volume 15, Isuue 54, Pp. 137-151
Fall 2021

Print Issn: 2383-1324
Online Issn: 2783-2341
Indexed by ISC
www.jiera.ir

Journal by Research in Educational Science is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

Document Type:
Original Article

✉ **Corresponding Author:**
ra.mirzaei@sru.ac.ir

Receive Date: 13 May 2021
Revise Date: 28 July 2021
Accept Date: 18 September 2021
Publish Date: 23 September 2021

How to Site: Shahbazloo, F., Abdullah Mirzaie, R. (2021). The Effectiveness of Science, Technology, Engineering and Mathematics based Education in Solar Energy Context on Attitude and Academic Achievement of Female Students. *Journal of Research in Educational Science, 15*(54), 137-151.
dor: 20.1001.1.23831324.1400.15.54.11.7

The Effectiveness of Science, Technology, Engineering and Mathematics based Education in Solar Energy Context on Attitude and Academic Achievement of Female Students ❋

Fatemeh Shahbazloo
MSc Student in Chemistry Education, Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, Iran

Rasol Abdullah Mirzaie✉
Associate Professor, Chemistry Dept., Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, Iran

Abstract

The integrated approach of science, technology, engineering and mathematics (STEM) has been introduced in order to create a new development in the effective teaching of science and its relationship with daily life in recent years. The present study was designed to investigate the effect of this approach on attitudes and academic achievement. The study population consisted of ninth grade female secondary school students in Qarchak city in the academic year 2020-2021 and the convenience sampling consisted of 143 people who were selected by random sampling in two groups of control and experimental. The Students in the experimental group were educated in solar energy for 7 sessions (each session: 35 minutes) with a STEM based approach. Covariance analysis and independent t-test showed that teaching science with the STEM based approach increased students' attitude in STEM and had a significant effect on their learning in science. Also, according to Pearson correlation test, there is a significant correlation between attitudes in STEM and academic achievement.

Keywords:
Science education, STEM, Academic achievement, Attitude

❋ The present article is taken from the master's dissertation in chemistry education, Shahid Rajaee Teacher Training University

نشریه علمی

پژوهش در نظام‌های آموزشی

دوره ۱۵، شماره ۵۴، ص ۱۳۷-۱۵۱
پاییز ۱۴۰۰

شاپا (چاپی): ۱۳۲۴-۲۳۸۳
شاپا (الکترونیکی): ۲۳۴۱-۲۷۸۳
نمایه در ISC

www.jiera.ir

نشریه علمی پژوهش در نظام های آموزشی تحت قانون بین المللی کپی رایت **Creative Commons: BY-NC** می باشد.)

نوع مقاله:
مقاله اصیل پژوهشی

✉ **نویسنده مسئول:**
ra.mirzaei@sru.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۲/۲۳
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۰۵/۰۶
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۶/۲۷
تاریخ انتشار: ۱۴۰۰/۰۷/۰۱

استناد به این مقاله: شهبازلو، ف. و عبداله میرزایی، ر. (۱۴۰۰). تأثیر آموزش با رویکرد تلفیقی علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات در بافتار انرژی خورشیدی بر نگرش و پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان دختر. *پژوهش در نظام‌های آموزشی*، ۱۵(۵۴)، ۱۳۷-۱۵۱.
dor: 20.1001.1.23831324.1400.15.54.11.7

تأثیر آموزش با رویکرد تلفیقی علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات در بافتار انرژی خورشیدی بر نگرش و پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان دختر ❋

فاطمه شهبازلو
دانشجوی کارشناسی ارشد آموزش شیمی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی، تهران، ایران

رسول عبداله میرزائی ✉
دانشیار، گروه شیمی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی، تهران، ایران

چکیده

رویکرد تلفیقی علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات (استم) در راستای ایجاد تحولی نو در آموزش اثربخش علوم و ارتباط آن با زندگی روزمره در سال‌های اخیر معرفی شده است. مطالعه حاضر به‌منظور بررسی تأثیر این رویکرد بر نگرش و پیشرفت تحصیلی علوم طراحی شد. پژوهش حاضر، نیمه‌آزمایشی از نوع پیش‌آزمون- پس‌آزمون بوده و جامعه پژوهش، دانش‌آموزان دختر پایه نهم دوره اوّل متوسطه شهرستان قرچک در سال تحصیلی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ و به‌صورت نمونه در دسترس به تعداد ۱۴۳ نفر دانش‌آموز است که به طریق تصادفی ساده در دو گروه کنترل (۷۱ نفر) و آزمایش (۷۲ نفر) گمارده شدند. دانش‌آموزان گروه آزمایش در مبحث انرژی خورشیدی به مدت ۷ جلسه (۳۵ دقیقه‌ای) تحت آموزش مبتنی بر استم به‌صورت مجازی از طریق پلتفرم دانش‌آموزی شاد قرار گرفتند. بررسی داده‌ها با تحلیل کوواریانس و آزمون تی مستقل به ترتیب نشان داد که آموزش علوم با رویکرد استم باعث افزایش نگرش دانش‌آموزان شده و تأثیر معناداری بر یادگیری آنان در آزمون پیشرفت تحصیلی داشته است. همچنین بر اساس آزمون همبستگی پیرسون، همبستگی معنادار بین نگرش در استم با پیشرفت تحصیلی وجود دارد.

واژه‌های کلیدی:
آموزش علوم، استم، پیشرفت تحصیلی، نگرش

❋ مقاله حاضر برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته آموزش شیمی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی است.

مقدمه

مطالعه علوم برای بهبود کیفیت زندگی انسان ضروری است و دستیابی به پیشرفت چشم‌گیر و توسعهٔ اقتصادی در هر کشوری بستگی به پیشرفت آن کشور در زمینه علوم پایه دارد (نگهبان و همکاران، ۱۳۹۹). به همین دلیل آموزش و یادگیری علوم پایه جز اهداف ملی اکثر کشورهای پیشرفته به شمار می‌آید که استفاده تلفیقی از رویکردهای طراحی برای دستیابی به انواع هدف‌های آموزشی در آن ضرورت دارد (تابان، ۱۳۸۹) که امروزه تحت یک دسته‌بندی کلی، آموزش در قالب دو عنوان «آموزش سنتی[1]» و «آموزش نوین[2]» معرفی می‌شود (مستشاری، ۱۳۸۳). ازاین‌رو برای دستیابی به جهانی امن، سالم و پایدار آموزش نسل‌های آینده بسیار حائز اهمیت است (عابدینی، ۱۳۹٤). برنامه‌ی آموزش علوم باید برای نقش علاقه و نگرش نیز اهمیت ویژه‌ای قائل باشد زیرا علاقه به علوم یکی از جنبه‌های مهم انگیزش تحصیلی[3] است (جعفری و همکاران، ۱۳۹٦) که در روش‌های سنتی کمتر موردتوجه قرار می‌گیرد.

ازاین‌رو یکی از ضروری‌ترین تحولات در نظام‌های آموزشی، تحول در نگرش و روش تدریس معلمان نظام آموزشی است. برای دستیابی به چنین تحولی، معلمان باید دانش و بینش صحیحی از نظریه‌ها و رویکردهای مختلف آموزشی داشته باشند. لذا تدریس اثربخش به معنی توانایی مدرس برای فراهم کردن تجربه یادگیری جهت کسب نتایج آموزش مطلوب است، برای این منظور تک‌تک فراگیران باید درگیر فعالیت یادگیری شوند (معروفی و رمضانی، ۱۳۹٤). Fenstermacher معتقد است گاهی بدفهمی‌های دانش‌آموزان از عوامل مهمی هستند که مانع یادگیری معنادار و اثربخش می شوند و بر تداوم یادگیری در پایه‌های بالاتر نیز تأثیر منفی می گذارند که عوامل گوناگونی را می‌توان منشأ بدفهمی معرفی کرد؛ عدم اتصال دانش جدید به ساختار موجود، تجربه‌ها و پیش‌آموخته‌های دانش‌آموزان، انتزاعی بودن مفاهیم و عدم تناسب محتوای علمی ارائه شده با سطح شناختی دانش‌آموز، سازمان‌دهی نامناسب محتوای آموزشی بدون رعایت پیش نیازها و ارتباط‌های طولی و عرضی و همچنین استفاده از بدیعه پردازی‌ها و شبیه‌سازی‌های نامناسب از سوی معلمان، همگی از عوامل پیدایش بدفهمی در دانش‌آموزان محسوب می‌شوند (معروفی و رمضانی، ۱۳۹٤). یافته‌های پژوهش بدریان و صفری (۱۳۹۵) نشان می‌دهد دانش‌آموزان بدفهمی‌های بسیار در زمینه مفهوم انرژی، ماهیت و ساختار انرژی، تبدیل انرژی و منابع انرژی دارند (نگهبان و همکاران، ۱۳۹۹). در آموزش انرژی دو موضوع زیر موردتوجه قرار می‌گیرد (Millar, 2005):

۱) در علوم، انرژی دارای مفهوم انتزاعی است، بنابراین تعریف انرژی با استفاده از کلمات، دشوار است.

۲) واژه‌ی انرژی به‌طور گسترده در زندگی روزمره به‌دوراز معنای علمی و حقیقی آن مورداستفاده قرار می‌گیرد.

مطالعات دو دهه‌ی اخیر نشان می‌دهد که وجود آموزش انرژی به‌عنوان دانش جدید در کشورهای توسعه‌یافته و درحال‌توسعه امری ضروری است (Acikgoz, 2011). در میان انواع انرژی‌های تجدیدپذیر با توجه به موقعیت جغرافیایی و شرایط جوی ایران استفاده از انرژی خورشیدی بسیار مناسب به نظر می‌رسد (آبیار، ۱۳۹۱). به همین جهت انرژی خورشیدی می‌تواند به‌عنوان بافتاری در دسترس در آموزش مفاهیم انرژی مورداستفاده قرار گیرد تا فرصت‌های مناسبی را برای بهبود کیفیت تدریس که یکی از نیازهای اصلی برای ارتقای یادگیری و افزایش نگرش دانش‌آموزان است، به ارمغان آورد.

کیفیت تدریس از مقوله‌های اساسی حوزه برنامه درسی است که پیامدهای گوناگونی بر آن مترتب است. نگرش[4] ازجمله مقوله‌هایی است که می‌تواند به‌طور کامل متأثر از کیفیت تدریس باشد و متقابلاً بر کیفیت تدریس تأثیرگذار باشد. نگرش یک حالت با دوام در سازمان ذهنی فرد است که او را آماده می‌کند تا به شکلی مشخص به شئ با موقعیتی که به او ربط دارد واکنش نشان دهد. نگرش یک سازه فرضی است زیرا به‌صورت مستقیم قابل‌مشاهده نیست، بلکه بیشتر با اظهارات کلامی و رفتاری همراه است (آذربایجانی و همکاران، ۱۳۸۵). نگرش‌ها تعیین‌کننده رفتارها هستند و با تغییردادن نگرش‌های افراد، می‌توان رفتارهای آن‌ها را تغییر داد. لذا آگاه

1. traditional education
2. new education
3. academic motivation
4. attitude

بودن از نگرش‌های فراگیران می‌تواند دارای اهمیت زیادی باشد تا بتوان رفتار آنان را پیش‌بینی و بر رفتار آنان کنترل داشت (معروفی و رمضانی، ۱۳۹٤).

در عصر حاضر در زندگی روزانه‌ی هر شهروندی، به‌راحتی می‌توان زمینه‌های مختلف علوم و کاربردهای متعدد آن را مشاهده کرد. آنچه توجه صاحب‌نظران را به خود معطوف داشته، این است که چگونه می‌توان دانش‌آموزان را به‌گونه‌ای آموزش داد که توانایی مواجهه با مشکلات جدیدی که در آینده با آن روبرو خواهند شد، داشته باشند و بتوانند به حل مسائل و مشکلات بپردازند (ظرافت دوست، ۱۳۹۲). در برنامه‌های درسی جدید علوم تجربی و روش‌های آموزش آن، تأکید اساسی بر روش‌هایی است که در آن‌ها دانش‌آموز نقش فعالی دارد (فتحی و همکاران، ۱۳۹۹). در این میان نقش علوم، فناوری و ریاضیات در بهتر کردن کیفیت زندگی و تشکیل یک جامعه پیشرفته انکارناپذیر است (Opara, 2015). برای مقابله با تحولات سریع در عصر اطلاعات و فناوری، افراد باید خود را با نوآوری‌ها وفق دهند. برای این‌که افراد با نوآوری‌ها سازگار شوند، داشتن مهارت‌های خلاقیت، تفکر انتقادی، تحقیق، سؤال، حل مسئله و همکاری ازجمله مهارت‌های قرن بیست و یکم بسیار مهم است (Ugras, 2018).

در سال ۲۰۱۰ دانشمندان در کشورهای پیشرفته پیشنهاد دادند که آموزش علوم[1]، فناوری[2]، مهندسی[3] و ریاضیات[4] در دوره آموزش متوسطه باید تحت عنوان استم[5] در یک موضوع ادغام شود (Hooker, 2017). درواقع استم نوعی ترکیب تلفیقی است و به‌عنوان یک رویکرد آموزشی به کار می‌رود (Marshall, 2015). استم یک رویکرد یادگیری بین‌رشته‌ای است که وقایع زندگی واقعی را با رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات مرتبط می‌کند. مفهوم استم را می‌توان، برای کمک به دانش‌آموزان در دستیابی به مهارت‌های حل مسئله در دنیای واقعی با درگیر کردن آن‌ها در یک فرایند طراحی مهندسی که در آن دانش‌آموزان مجبور می‌شوند در طول فرایند طراحی مهندسی خود، دانش علوم و ریاضیات مربوطه را به‌کارگیرند و کسب کنند، نیز تعریف کرد (Ting, 2016). برای موفقیت دانش‌آموزان در آموزش استم، نگرش آن‌ها نسبت به رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات مهم است، بنابراین، ایجاد نگرش مثبت دانش‌آموزان نسبت به این رشته‌ها در مراحل اول از اهمیت بالایی برخوردار است (Ugras, 2018). بهبود نگرش و انگیزه دانش‌آموزان فقط از طریق برنامه‌های درسی ایجادشده برای مشارکت فعال آن‌ها در روند آموزش امکان‌پذیر است (Chittum et al., 2017). دوره‌ها و برنامه‌های استم می‌توانند توانایی‌های دانش‌آموزان را در مشاغل مربوط به استم افزایش دهند و اجازه دهند کارهای علمی و مهندسی بهتر درک شوند (Tseng et al., 2013). دانش‌آموزان درگیر رویکرد استم یکپارچه، نگرش مثبت‌تری نسبت به علوم نسبت به کسانی که علوم را از طریق یک رویکرد متعارف (به‌عنوان‌مثال مبتنی بر کتاب درسی) مطالعه می‌کنند، دارند (Hacieminoglu, 2016). فرایند یادگیری باید دانش‌آموزان را به یافتن منابع مختلف، مشاهده و توانایی برقراری ارتباط با مشکلات ترغیب کند (Suhandi & Nugraha, 2017). اعتقاد بر این است که دستورالعمل استم به برنامه درسی علوم به‌ویژه در توسعه دانش، نگرش و مهارت‌های دانش‌آموزان کمک می‌کند (Kanadli, 2019). استم به‌عنوان یک عنصر مؤثر برای فرایند یادگیری نه‌تنها برای ایجاد نمرات بالاتر موفقیت بلکه همچنین برای بهبود درک مفهومی و مهارت‌های قرن ۲۱ در نظر گرفته می‌شود (Angwal et al., 2019). کوتاه‌سخن این‌که با توجه به نتایج حاصل از تحقیقات گوناگون مبنی بر انتزاعی بودن مفهوم انرژی و وجود بدفهمی‌هایی در درک مفاهیم مرتبط با انرژی در دانش‌آموزان و از طرفی محدود بودن منابع انرژی تجدیدناپذیر و همچنین آلودگی‌های ناشی از بهره‌گیری از این منابع، باعث توجه بیش‌ازپیش به بهره‌گیری از منابع انرژی نو و پاک می‌شود، زیرا نه محدودیت منابع انرژی تجدیدناپذیر را دارند و نه باعث ایجاد آلودگی و گرمایش کره زمین می‌شوند که با توجه به این‌که قسمت وسیعی از ایران امکان استفاده مطلوب از انرژی خورشیدی را دارد، به همین جهت انرژی خورشیدی می‌تواند به‌عنوان بافتاری در دسترس در آموزش مفاهیم انرژی مورداستفاده قرار گیرد؛ اما آنچه برای رسیدن به این هدف مهم است چگونگی تدریس مفاهیم انرژی ارائه شده

1. science
2. technology
3. engineering
4. mathematics
5. science, technology, engineering and mathematics (STEM)

در کتاب درسی است. قطعاً برای رسیدن به این هدف باید فرآیند یاددهی- یادگیری به‌صورت کاملاً فعال رخ دهد تا دانش‌آموزان خود به حقایق علمی دست یابند، یعنی معلم باید روش‌های فعال تدریس را به کار گیرد و باید الگوهای عملی برای ارائه‌ی هریک از مفاهیم را در اختیار داشته باشد تا چگونگی ارائه مفاهیم کتاب به‌وسیله روش‌های تدریس فعال عملاً برای او میسر باشد. آموزش مبتنی بر استم رویکردی نو برای بهبود کیفیت آموزش علوم است که علایق، آگاهی شغلی و نگرش افراد را در ارتباط با علوم شکل می‌دهد و درعین‌حال منجر به پرورش مهارت‌های قرن بیست‌ویکم می‌شود که می‌توان به کمک آن طیف وسیعی از اهداف آموزشی را موردتوجه قرار داد. با توجه به موارد یادشده در توجه به آموزش اثربخش انرژی، این پژوهش سعی می‌کند با طراحی الگوی آموزشی کاوشگرانه بر اساس رویکرد تلفیقی استم فعالیت‌های ذهنی و عملی را برای نیل به اهداف تعیین‌شده در آموزش مفاهیم انتقال و تبدیل انرژی در بافتار انرژی خورشیدی مهیا سازد.

در این راستا با توجه به‌تمامی موارد فوق به‌منظور بررسی تأثیر رویکرد تلفیقی علوم، فن‌آوری، مهندسی و ریاضیات بر آموزش انرژی در بافتار انرژی خورشیدی، دو فرضیه زیر در این پژوهش موردبررسی قرار گرفت:

۱- آموزش مفاهیم انرژی با رویکرد تلفیقی استم بر نگرش دانش‌آموزان دوره اول متوسطه شهرستان قرچک تأثیر مثبت دارد.

۲- آموزش مفاهیم انرژی با رویکرد تلفیقی استم بر پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان دوره اول متوسطه شهرستان قرچک تأثیر مثبت دارد.

روش

پژوهش حاضر، نیمه‌آزمایشی از نوع پیش‌آزمون -پس‌آزمون بوده است و آزمودنی‌ها در دو گروه کنترل و آزمایش انتخاب شدند. جامعه آماری پژوهش حاضر شامل کلیه دانش‌آموزان دختر دوره اول متوسطه مشغول به تحصیل در سال تحصیلی ۱۴۰۰ - ۱۳۹۹ در شهرستان قرچک بودند. نمونه پژوهش به‌صورت نمونه در دسترس از یک مدرسه و شامل چهار کلاس درس علوم تجربی از پایه نهم بود که به طریق تصادفی ساده دانش‌آموزان در دو گروه کنترل (۷۱ دانش‌آموز) و در دو گروه آزمایش (۷۲ دانش‌آموز) قرار گرفتند و ملاحظات اخلاقی در انتخاب نمونه و بقیه مراحل موردتوجه قرار گرفته است.

ابزارهای مورداستفاده در پژوهش حاضر شامل آزمون نگرش در استم، آزمون پیشرفت تحصیلی علوم در خردادماه ۱۳۹۹، محتوای آموزشی و سیاهه وارسی نگرش در فرایند آموزش معلم ساخته بود. دانش‌آموزان در گروه کنترل به همان شیوه رایج سخنرانی در بستر اینترنت آموزش‌دیده و در گروه آزمایش دانش‌آموزان مبتنی بر محتوای طراحی‌شده در رویکرد تلفیقی استم تحت آموزش از راه دور در بستر الکترونیکی قرار گرفتند. لازم به ذکر است که معلم (محقق) در دو گروه آزمایش و کنترل یکسان بوده و از دانش‌آموزان در هر دو گروه کنترل و آزمایش، آزمون نگرش در استم به‌صورت پیش‌آزمون قبل از شروع دوره و پس‌آزمون پس از پایان دوره اخذ شد. لازم به ذکر است که محتوای طراحی‌شده و همچنین پیش‌آزمون و پس‌آزمون نگرش در استم به دلیل شرایط آموزش مجازی در شبکه دانش‌آموزی شاد، به‌صورت مجازی و آنلاین اجرا گردید.

برای بررسی پیشرفت تحصیلی و تأثیر رویکرد تلفیقی استم بر روی آن، از نمرات آزمون هماهنگ استانی خردادماه در سال ۱۳۹۹ در درس علوم تجربی به‌صورت حضوری استفاده شد. برای بررسی نگرش در استم از پرسش‌نامه نگرش در رویکرد تلفیقی استم، توسط Benek and Akcay در سال (2019)، در ۳۳ گویه و شش خرده مقیاس استفاده شد. این ابزار بر درجه‌بندی پنج‌گانه لیکرت صورت‌بندی شده است، به هر گویه مثبت در برابر گزینه «کاملاً موافقم» نمره ۵ تعلق می‌گیرد و به ترتیب در برابر گزینه‌های «موافقم»، «نظری ندارم»، «مخالفم» و «کاملاً مخالفم» به ترتیب ٤، ۳، ۲ و ۱ نمره داده می‌شود. در این پرسش‌نامه خرده مقیاس‌های علوم، ریاضیات، مهندسی، فناوری، تلفیق علوم - ریاضیات - مهندسی - فناوری و مشاغل، علاقه‌مندی‌های مربوطه را اندازه می‌گیرد.

به‌منظور بررسی روایی محتوای آموزشی از روش نظرخواهی از متخصصان به‌منظور اطمینان از اعتبار محتوا استفاده شد. بدین منظور با اعضای هیئت‌علمی دارای تخصص در آموزش علوم و چند تن از معلمان علوم مصاحبه شد. همچنین پایایی پرسش‌نامه نگرش در استم در مطالعه حاضر با توجه به ضریب آلفای کرونباخ ۰/۹۴۳ به دست آمد.

نحوه آموزش در گروه کنترل به این صورت بود که در هر جلسه بعد از تدریس مفاهیم موردنظر به شیوه سخنرانی، پاسخ به سؤالات کتاب ازجمله فکر کنید، تحقیق کنید و غیره به‌عنوان تکلیف به فراگیران محول می‌شد؛ اما در گروه آزمایش هر جلسه، بخشی از محتوای آموزشی طراحی‌شده در مفاهیم تبدیل و انتقال انرژی در بافتار انرژی خورشیدی بر اساس رویکرد STEM و کاربست شیوه کاوشگری 5E در آن (برای آموزش مفاهیم) بر اساس مفاهیم و اهداف طرح درس به‌گونه‌ای تدریس شد که ابتدا با یک ایجاد انگیزه فراگیران در موضوع تدریس درگیر شده و با طرح یک سؤال آنان به سمت انجام آزمایش‌هایی که با مواد و وسایل در دسترس و قابل‌اجرا در منزل طراحی شده بودند هدایت می‌شدند تا جهت نیل به پاسخ، کاوش نموده و به‌عنوان تکلیف، فیلم انجام آزمایش‌ها به همراه تکمیل کاربرگ‌هایی که برای هر آزمایش در اختیار داشتند برای محقق ارسال می‌شد. طی شش جلسه آموزشی با سیر تعریف شده دانش‌آموزان با کاوش‌های خود، به مفاهیم مدنظر دست یافتند و در جلسه هفتم منطبق با رویکرد استم وارد مرحله طراحی مهندسی شدند تا با به‌کارگیری مفاهیم آموخته‌شده از جلسات گذشته به شیوه کاوشگری و بهره‌گیری از دانش ریاضیات با یک طراحی مهندسی اقدام به ساخت یک فناوری در بافتار انرژی خورشیدی برای حل مسئله مطرح‌شده بنمایند، دستور ساخت فناوری و آزمایش‌ها نیز در اختیار دانش‌آموزان قرار داده شد. دانش‌آموزان تکالیف محول شده شامل آزمایش‌ها و فناوری‌های موردنظر را به‌صورت فایل ویدیویی همراه با توضیحات از روند ساخت و نتیجه‌گیری به محقق ارسال نمودند. بعد از بررسی تکالیف هر جلسه، چک لیست‌های ارزشیابی از قبل طراحی شده، بر اساس وضعیت گزارش‌های ارسالی هر دانش‌آموز، تکمیل شد. بر این اساس، بازخوردهای لازم در طی جلسات آموزشی به دانش‌آموزان ارائه داده شد تا فرایند آموزشی در جهت نیل به اهداف آموزشی تعیین‌شده به‌درستی طی شود. مداخله‌های انجام‌شده در پژوهش حاضر در جدول ۱ خلاصه شده است.

ابزار دیگر پژوهش سیاهه وارسی نگرش بود که در سه سطح دریافت، واکنش و ارزش‌گذاری برای بررسی نگرش‌ها در حین انجام فعالیت‌ها تحت عناوین کاوش کنید، کنکاش و طراحی مهندسی، طراحی شد (جدول ۱) و روایی آن توسط متخصصان آموزش علوم ازجمله اساتید دانشگاه و چند تن از دبیران علوم تجربی تأیید شد.

جدول ۱.

مداخله‌های انجام‌شده در پژوهش به همراه سیاهه وارسی نگرش در طی فرایند آموزش مبتنی بر رویکرد استم

عنوان	توضیح	فعالیت	نگرش مورد ارزیابی
جلسه اول	در این جلسه دانش‌آموزان با شیوه کاوشگری به مفهوم انرژی دست یافته و دریافتند که خورشید، دارای انرژی است. آن‌ها دو آزمایش (اولی مبتنی بر متمرکز کردن ذره‌بین در مقابل نور خورشید بر روی کاغذ و مشاهده آثار سوختگی و دومی انجام فعالیت تصفیه آب‌شور توسط خورشید) که هر دو در بافتار انرژی خورشید بود را طبق دستور کار انجام داده و سپس کاربرگ هر آزمایش را تکمیل نموده و گزارش‌های خود را در مدت‌زمان تعریف شده برای محقق ارسال نمودند.	کاوش کنید ۱	۱- نسبت به انجام آزمایش کنجکاو است. ۲- با هم‌گروهی یا دوستان خود مشورت می‌کند. ۳- برای پیدا کردن دلیل نرسیدن به نتیجه آزمایش مشتاقانه عمل می‌کند. ٤- به‌عنوان عضوی مسئولیت‌پذیر تلاش می‌کند.
		کاوش کنید ۲	۱- با دوستان و هم‌گروهی خود مشورت می‌کند. ۲- نسبت به یافتن دلیل نتیجه نگرفتن از آزمایش، مشتاقانه تلاش می‌کند. ۳- به اهمیت موضوع انرژی‌های پاک در فراهم‌کردن آسایش و رفاه زندگی پی می‌برد. ٤- به‌عنوان عضوی فعال و مسئولیت‌پذیر کار می‌کند. ۵- به‌خوبی و علاقه‌مندی دستور کار آزمایش را دنبال می‌کند. ٦- در مورداجرای آزمایش خود، کنجکاوانه عمل می‌کند.

عنوان	توضیح	فعالیت	نگرش مورد ارزیابی
جلسه دوم	در این جلسه بر اساس نتایج گزارش‌های ارسالی دانش‌آموزان، مفهوم انرژی توسط دبیر مطرح و سپس با اثبات این‌که خورشید دارای انرژی است، از طریق بارش فکری با کمک دانش‌آموزان، چند نمونه از کاربردهای انرژی خورشیدی در زندگی و محیط پیرامون بیان شد و در پایان دو کنکاش کنید با عنوان تکلیف پروژه‌ای برای جلسه بعد به دانش‌آموزان محول شد.	کنکاش کنید ۱ و ۲	۱- نسبت به انجام تحقیق در مورد موضوعات موردنظر علاقه نشان می دهد. ۲- با اطرافیان و هم‌کلاسی‌ها و هم‌گروهی خود مشورت و گفتگو می کند. ۳- حاصل تحقیقات خود را با دوستان و هم‌کلاسی‌هایش به اشتراک می‌گذرد.
جلسه سوم	در این جلسه محقق، با پخش یک کلیپ کارتونی از نقش پنل‌های خورشیدی در تبدیل و انتقال انرژی، ضمن ایجاد انگیزه، ذهن دانش‌آموزان را درگیر مفهوم تبدیل و انتقال انرژی نموده و با ارائه‌ی یک دستور کار از آن‌ها خواست برای جلسه بعد دست سازه ساده‌ای را طبق دستور کار به کمک هیئت‌رئیسه خورشیدی، لامپ، آرمیچر، فن، پایه، سیم و غیره ساخته و از روند انجام آزمایش فیلم‌برداری نموده و در پایان به سؤالات کاربرگ پاسخ داده و به‌عنوان تکلیف جلسه سوم تا زمان مقررشده برای دبیر ارسال نمایند.	کاوش کنید ۳	۱- به‌خوبی و علاقه‌مندی فیلم آزمایش را دنبال می‌کند. ۲- نسبت به نتیجه آزمایش و رسیدن به دلیل آن کنجکاوانه عمل می‌کند. ۳-با دوستان و هم‌گروهی‌های خود برای تکمیل گزارش و ارائه آن، مشورت و تبادل‌نظر می‌کند.
جلسه چهارم	در این جلسه دبیر، ضمن جمع‌بندی گزارش‌های دانش‌آموزان در جلسه قبل، به توصیف مفاهیم تبدیل و انتقال انرژی پرداخت و بر اساس نتایج حاصل، اشکال مختلف انرژی را که دانش‌آموزان در جریان کار با آن‌ها روبه‌رو شده بودند، معرفی نمود. سپس با تعریف یک فعالیت دانشمندانه از دانش‌آموزان خواسته شد برای جلسه آینده عوامل مؤثر بر جذب بیشتر انرژی خورشیدی را یافته و در جدول داده‌شده وارد نمایند و از انجام آزمایش خود فیلم ارسال نمایند. در این فعالیت شناخت متغیرهای مختلف در آزمایش ازجمله جنس، رنگ و غیره یک امتیاز محسوب می‌شود.	کاوش کنید ٤	۱- نسبت به انجام فعالیت موردنظر علاقه نشان می‌دهد. ۲- با کنجکاوی در ساعات مختلف روز نتیجه آزمایش خود را پیگیری می‌کند. ۳- نسبت به وظایف خود در گروه مسئولیت‌پذیر است. ٤- راه‌های جذب بیشتر انرژی خورشید را برای آسایش و رفاه خود در مواقع مختلف در زندگی به کار می‌گیرد.
جلسه پنجم	در این جلسه با کمک نرم‌افزار شبیه‌سازی‌شده فت به آدرس https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms-and-changes_fa.html دانش‌آموزان با هدایت دبیر به مفهوم قانون پایستگی انرژی دست یافتند. سپس دبیر با طرح داستان مکعب‌های ریچارد فاینمن دانشمند مشهور آمریکایی، دانش‌آموزان را دراین‌باره (قانون پایستگی انرژی) مورد ارزیابی قرارداد.		در این جلسه محقق به مفهوم‌سازی و سپس سنجش مفهوم آموخته‌شده در حیطه شناختی می‌پردازد.
جلسه ششم	در این جلسه ضمن جمع‌بندی مفاهیم آموخته‌شده و طرح سؤالات هدایت‌شده، دانش‌آموزان به این نتیجه رسیدند که انرژی خورشیدی منشأ و منبع تمام انرژی‌هایی است که از آن‌ها استفاده می‌شود. سپس دانش‌آموزان وارد ایستگاه ارزیابی‌شده و به سؤالات متنوع که در سطوح مختلف شناختی طراحی شده بود پاسخ دادند. در پایان جلسه ضمن بیان راه‌های محافظت از منابع انرژی، به‌ضرورت حفظ محیط‌زیست پرداخته شد و سپس نقشه مفهومی مطالب آموخته‌شده رسم و به نمایش درآمد.		در این جلسه نیز دانش‌آموزان در سطوح شناختی موردسنجش قرار می‌گیرند.
جلسه هفتم	در این جلسه ضمن پخش یک کلیپ داستانی و چالش‌برانگیز از بارش فکری دانش‌آموزان یک کلاس برای ساخت یک شهر خورشیدی، جهت ورود دانش‌آموزان به طراحی مهندسی، ابتدا مسئله‌ای مطرح شد و با روش بارش مغزی از دانش‌آموزان برای رفع مشکل، راه‌حل‌های مختلف دریافت گردید، سپس با هدایت محقق	طراحی مهندسی	۱- به‌عنوان عضوی فعال و مسئولیت‌پذیر در گروه کار می‌کند. ۲- از ساخت فناوری مرتبط با مفاهیم انرژی در خانه لذت می‌برد و به‌دقت آخرین فناوری‌ها را دنبال می‌کند. ۳- فراگیر علاقه خود را به مهندسی و ریاضیات با ساخت فناوری‌های گوناگون مبتنی بر مفهوم تبدیل و انتقال انرژی نشان می‌دهد.

عنوان	توضیح	فعالیت	نگرش مورد ارزیابی
	طرحی از یک فناوری در ارتباط با مفاهیم انرژی آموخته‌شده در جلسات آموزشی ۱ تا ٦ و در بافتار انرژی خورشیدی تعیین گردید. محقق دستورالعمل طراحی و ساخت فناوری موردنظر را در اختیار فراگیران قرار داد و از آن‌ها خواست که در صورت تمایل می‌توانند طرح پیشنهادی خود (یا طرح تصویبی اعضای گروهشان) و یا طرحی که در اختیار آنان قرار داده شده است را برای ساخت فناوری موردنظر به کار بگیرند و از روند ساخت و عملکرد فناوری خود فیلم و گزارشی تهیه نموده و ارسال نمایند، در قدم بعدی از آن‌ها خواسته شد تا فناوری خود را بهبود بخشیده تا عملکرد مطلوب‌تری را ارائه دهد و به سؤالات مطرح‌شده پاسخ دهند.		٤- نسبت به ارائه فناوری خود و دفاع از آن مسئولیت‌پذیر است. ٥- برای طراحی و اجرای فناوری در گروه پیش‌قدم می‌شود. ٦- دیگران را به استفاده از منابع انرژی تجدید پذیر برای آسایش و رفاه شهر و زندگی آن‌ها دعوت می‌کند. ۷- به نقش علم در زندگی روزمره ارج می‌نهد.

یافته‌ها

یافته‌های توصیفی این پژوهش شامل شاخص‌های آماری از قبیل میانگین، انحراف معیار نمرات نگرش در رویکرد تلفیقی در استم و خرده مقیاس‌های آن است که در جدول ۲ ارائه شده است. شاخص‌های آماری در جدول ۲ نشان می‌دهد که در پژوهش حاضر در گروه آزمایش، نمره میانگین نگرش به استم ۸۵/۰۷ در پیش‌آزمون به مقدار ۱۲۳/۷٦ در پس‌آزمون افزایش می‌یابد. درحالی‌که در گروه کنترل نمره پیش‌آزمون ۸۹/۹٤ بوده و در پس‌آزمون به مقدار ۹۵/۰٦ رسیده است. یافته‌های توصیفی خرده مقیاس‌های آزمون نگرش به استم هم نشان می‌دهد که در همه موارد نمره پس‌آزمون از پیش‌آزمون بیشتر بوده و این تفاوت در گروه آزمایش بیشتر مشهود است.

نتایج آزمون تحلیل کوواریانس برای بررسی تأثیر رویکرد مبتنی بر استم بر روی نگرش دانش‌آموزان و خرده مقیاس‌های آن در دو گروه کنترل و آزمایش در جدول ۳ آورده شده است. برای این منظور ابتدا مفروضه‌های زیربنایی تحلیل کوواریانس بررسی گردید. بررسی نرمال بودن داده‌ها با آزمون شاپیرو - ویلک نشان داد که سطح معناداری در این آزمون از ۰/۰۵ بزرگ‌تر است و توزیع نرمال در نمرات پس‌آزمون نگرش در استم وجود دارد. همچنین آزمون لون نشان داد که فرض همگنی واریانس‌ها برآورده می‌شود. نتایج همگنی واریانس‌ها برای متغیرهای این پژوهش به سبب این‌که سطح معناداری برای تمام متغیرها بالاتر از ۰/۰۵ محاسبه شد، تأیید گردید.

نتایج تحلیل کوواریانس نشان می‌دهد که آموزش علوم مبتنی بر رویکرد استم باعث تغییر در گروه‌ها در سطح معناداری ۰/۰۵ شده است. ملاحظه میانگین‌های دو گروه مشخص می‌کند که نمره پس‌آزمون نگرش به استم و خرده مقیاس‌های آن در گروه آزمایش، نسبت به نمره پس‌آزمون گروه کنترل افزایش یافته است؛ یعنی فرض صفر رد و فرضیه اول پژوهش که عبارت بود از: «آموزش مفاهیم انرژی با رویکرد تلفیقی استم بر نگرش دانش‌آموزان دوره اول متوسطه شهرستان قرچک تأثیر مثبت دارد.» تأیید می‌شود؛ بنابراین می‌توان گفت که آموزش علوم در رویکرد استم بر افزایش نگرش دانش‌آموزان در همه خرده مقیاس‌های آن نیز مؤثر بوده است.

همچنین طبق سیاهه وارسی طراحی شده برای سنجش نگرش دانش‌آموزان در طی فعالیت‌های تعریف شده در جلسات آموزشی، تغییر رو به افزایش در مؤلفه‌های مختلف نگرش در طول دوره آموزش مشاهده شد به‌گونه‌ای که در جلسات آموزشی اول و دوم دانش‌آموزان در سطوح پایین نگرش (اکثریت در سطح اول یعنی دریافت و تعداد محدودی در سطح دوم یعنی واکنش) قرار داشتند و در جلسات سوم و چهارم اکثریت دانش‌آموزان به سطح دوم یعنی واکنش رسیده و تعداد محدودی هم به سطح سوم یعنی ارزش‌گذاری دست یافتند که این تغییرات در جلسات مختلف به‌وضوح برای محقق قابل‌مشاهده بود، به‌گونه‌ای که در جلسه هفتم یعنی ورود به بخش طراحی مهندسی در رویکرد تلفیقی استم، سطوح نگرش در همه دانش‌آموزان افزایش یافته بود.

جدول ۲.

میانگین و انحراف معیار آزمون تغییر نگرش به استم و خرده مقیاس‌های آن در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

مقیاس	گروه‌ها	آزمون	تعداد	شاخص‌های توصیفی			
				میانگین	انحراف استاندارد	مینیمم	ماکزیمم
نگرش به استم	آزمایش	پیش‌آزمون	۷۲	۸۵/۰۷	۱۳/۵۱۳	۴۵	۱۰۸
		پس‌آزمون	۷۲	۱۲۳/۷۶	۱۷/۸۲۵	۷۸	۱۶۰
	کنترل	پیش‌آزمون	۷۱	۸۹/۹۴	۱۵/۶۸۰	۴۱	۱۲۳
		پس‌آزمون	۷۱	۹۵/۰۶	۱۷/۶۵۹	۴۵	۱۳۴
نگرش به علوم	آزمایش	پیش‌آزمون	۷۲	۹/۴۶	۲/۸۹۲	۴	۱۸
		پس‌آزمون	۷۲	۱۶/۴۲	۳/۶۶۱	۷	۲۰
	کنترل	پیش‌آزمون	۷۱	۱۱/۰۴	۳/۲۹۷	۵	۲۰
		پس‌آزمون	۷۱	۱۲/۵۲	۳/۶۵۲	۵	۲۰
نگرش به ریاضیات	آزمایش	پیش‌آزمون	۷۲	۱۸/۵۳	۴/۹۱۹	۹	۳۶
		پس‌آزمون	۷۲	۲۸/۷۸	۷/۱۲۱	۱۰	۴۰
	کنترل	پیش‌آزمون	۷۱	۱۹/۲۳	۵/۵۳۵	۸	۳۱
		پس‌آزمون	۷۱	۲۰/۳۸	۷/۱۷۴	۸	۳۸
نگرش به مهندسی	آزمایش	پیش‌آزمون	۷۲	۱۷/۵۷	۴/۰۶۹	۶	۲۵
		پس‌آزمون	۷۲	۲۳/۰۳	۴/۵۹۰	۱۲	۳۰
	کنترل	پیش‌آزمون	۷۱	۱۸/۳۸	۴/۴۰۹	۶	۲۵
		پس‌آزمون	۷۱	۱۷/۷۳	۵/۳۹۰	۶	۲۷
نگرش به فن‌آوری	آزمایش	پیش‌آزمون	۷۲	۱۶/۰۷	۵/۱۲۵	۶	۲۶
		پس‌آزمون	۷۲	۲۲/۱۸	۴/۷۳۰	۹	۳۰
	کنترل	پیش‌آزمون	۷۱	۱۷/۴۵	۴/۲۹۲	۸	۲۵
		پس‌آزمون	۷۱	۱۷/۷۲	۴/۶۳۹	۸	۲۵
نگرش به تلفیق علوم - ریاضیات - مهندسی - فناوری	آزمایش	پیش‌آزمون	۷۲	۱۳/۷۲	۲/۵۸۵	۵	۲۰
		پس‌آزمون	۷۲	۲۰/۰۳	۳/۲۰۶	۱۲	۲۵
	کنترل	پیش‌آزمون	۷۱	۱۳/۸۷	۲/۴۹۰	۷	۲۰
		پس‌آزمون	۷۱	۱۶/۱۸	۴/۰۲۶	۷	۲۴
نگرش به شغل	آزمایش	پیش‌آزمون	۷۲	۹/۷۲	۲/۸۳۹	۴	۱۷
		پس‌آزمون	۷۲	۱۳/۳۳	۲/۷۴۸	۶	۱۸
	کنترل	پیش‌آزمون	۷۱	۹/۹۷	۳/۱۳۵	۴	۱۶
		پس‌آزمون	۷۱	۱۰/۵۲	۳/۳۴۶	۴	۱۸

جدول ۳.

آزمون تحلیل کوواریانس نگرش به استم و خرده مقیاس‌های آن در دو گروه آزمایش و کنترل

مقیاس	منبع تغییرات	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	سطح معناداری
نگرش به استم	پیش‌آزمون	۱۹۱۳۵/۸۱۸	۱	۱۹۱۳۵/۸۱۸	۱۰۶/۰۸۷	۰/۰۰۰
	گروه (کنترل – آزمایش)	۳۶۹۲۷/۱۱۸	۱	۳۶۹۲۷/۱۱۸	۲۰۴/۷۲۱	۰/۰۰۰
	خطا	۲۵۲۵۲/۹۴۳	۱۴۰	۱۸۰/۳۷۸		
	کل	۱۷۸۸۷۸۴/۰۰۰	۱۴۳			
نگرش به علوم	پیش‌آزمون	۲۷۸/۹۰۰	۱	۲۷۸/۹۰۰	۲۴/۳۰۸	۰/۰۰۰
	گروه (کنترل – آزمایش)	۷۱۳/۸۵۵	۱	۷۱۳/۸۵۵	۶۲/۲۱۷	۰/۰۰۰
	خطا	۱۶۰۶/۳۱۸	۱۴۰	۱۱/۴۷۴		
	کل	۳۲۴۲۱/۰۰۰	۱۴۳			
نگرش به ریاضیات	پیش‌آزمون	۱۱۹۸/۳۲۸	۱	۱۱۹۸/۳۲۸	۲۷/۹۳۸	۰/۰۰۰
	گروه (کنترل – آزمایش)	۲۷۴۷/۲۰۳	۱	۲۷۴۷/۲۰۳	۶۴/۰۵۰	۰/۰۰۰
	خطا	۶۰۰۴/۸۴۹	۱۴۰	۴۲/۸۹۲		
	کل	۹۶۳۲۱/۰۰۰	۱۴۳			
نگرش به مهندسی	پیش‌آزمون	۱۰۱۳/۲۰۸	۱	۱۰۱۳/۲۰۸	۵۶/۳۶۴	۰/۰۰۰
	گروه (کنترل – آزمایش)	۱۱۹۴/۷۶۲	۱	۱۱۹۴/۷۶۲	۶۶/۴۶۴	۰/۰۰۰
	خطا	۲۵۱۶/۶۵۲	۱۴۰	۱۷/۹۷۶		
	کل	۶۴۰۳۵/۰۰۰	۱۴۳			
نگرش به فن‌آوری	پیش‌آزمون	۳۴۶/۲۸۳	۱	۳۴۶/۲۸۳	۱۷/۶۳۷	۰/۰۰۰
	گروه (کنترل – آزمایش)	۸۴۶/۹۹۰	۱	۸۴۶/۹۹۰	۴۳/۱۳۹	۰/۰۰۰
	خطا	۲۷۴۸/۷۳۶	۱۴۰	۱۹/۶۳۴		
	کل	۶۰۸۰۷/۰۰۰	۱۴۳			
نگرش به تلفیق علوم – ریاضیات – مهندسی – فناوری	پیش‌آزمون	۱۵۴/۱۶۵	۱	۱۵۴/۱۶۵	۱۲/۶۱۹	۰/۰۰۱
	گروه (کنترل – آزمایش)	۵۴۵/۱۶۶	۱	۵۴۵/۱۶۶	۴۴/۶۲۳	۰/۰۰۰
	خطا	۱۷۱۰/۴۰۰	۱۴۰	۱۲/۲۱۷		
	کل	۴۹۳۳۹/۰۰۰	۱۴۳			
نگرش به شغل	پیش‌آزمون	۲۲۵/۹۹۸	۱	۲۲۵/۹۹۸	۲۸/۹۲۹	۰/۰۰۰
	گروه (کنترل – آزمایش)	۳۰۳/۸۲۹	۱	۳۰۳/۸۲۹	۳۸/۸۹۱	۰/۰۰۰
	خطا	۱۰۹۳/۷۲۰	۱۴۰	۷/۸۱۲		
	کل	۲۱۹۷۹/۰۰۰	۱۴۳			

به‌منظور بررسی تأثیر آموزش مبتنی بر رویکرد استم بر روی پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان، نمرات درس علوم در آزمون نهایی پایه نهم مبنای بررسی قرار گرفت. نتایج بررسی نمرات پیشرفت تحصیلی با آزمون تی در دو گروه آزمایش و کنترل در جدول ٤ آورده شده است. بررسی داده‌های حاصل نشان می‌دهد که میانگین نمرات پیشرفت تحصیلی در درس علوم در گروه آزمایش در سطح معناداری (۰/۰۵) بیشتر از گروه کنترل بوده و آموزش مبتنی بر رویکرد استم تأثیر معنادار بر پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان داشته است؛ بنابراین فرضیه دوم پژوهش که عبارت بود از: «آموزش مفاهیم انرژی با

رویکرد تلفیقی استم بر پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان دوره اول متوسطه شهرستان قرچک تأثیر مثبت دارد.» تأیید می‌شود.

جدول ٤.

نتایج آزمون تی مستقل برای بررسی وجود اختلاف در نمره علوم آزمون نهایی بین گروه کنترل و آزمایش

متغیر	گروه کنترل	گروه آزمایش	آماره تی	درجه آزادی	سطح معناداری
	انحراف استاندارد ± میانگین				
نمره علوم	۱٤/۱۵ ± ۳/٦٤۷	۱۷/۳۱ ± ۳/۱٦۱	– ۵/۲۵۳	۱٤۱	۰/۰۰۰

برای بررسی همبستگی نمرات پیشرفت تحصیلی و آزمون نگرش از آزمون همبستگی پیرسون در دو گروه آزمایش و کنترل استفاده گردید که نتایج آن در جدول ۵ ارائه شده است. بین متغیر نگرش با نمره علوم در آزمون پیشرفت تحصیلی علوم در امتحانات نهایی، همبستگی مثبت و معناداری ۰/٤۳۸ در گروه آزمایش وجود دارد (P< ۰/۰۱) که متغیر نگرش می‌تواند ۱۹/۱۸٪ از تغییرات نمره علوم آزمون نهایی در دانش‌آموزان را تبیین نماید. این در حالی است که مقدار این همبستگی در گروه کنترل برابر با ۰/۲۵٤ در سطح معناداری ۰/۰۵ است؛ لذا زمانی که دانش‌آموزان تحت آموزش با رویکرد تلفیقی استم قرار می‌گیرند میزان این همبستگی با نگرش افزایش می‌یابد و با توجه به آن نمرات پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان در علوم به‌طور معناداری نسبت به گروه کنترل افزایش می‌یابد. همچنین داده‌های ارائه شده نشان می‌دهد که همبستگی بالای معناداری (P< ۰/۰۱) بین خرده مقیاس‌های نگرش در استم با نمره کل نگرش در استم وجود دارد که میزان این همبستگی در خرده مقیاس شغل نسبت به بقیه کمتر است. آموزش دانش‌آموزان با رویکرد استم منجر به افزایش همبستگی معنادار در خرده مقیاس‌های علوم، ریاضیات و تلفیق علوم – ریاضیات – مهندسی – فناوری با پیشرفت تحصیلی در علوم تجربی می‌شود که از این موضوع می‌توان در راستای ارتقای کیفی آموزش علوم مبتنی بر پرورش نگرش استفاده کرد.

جدول ۵.

ماتریس ضریب همبستگی پیرسون بین متغیرهای پژوهش در گروه‌های آزمایش و کنترل

متغیر		پیشرفت تحصیلی علوم تجربی	نگرش در استم	خرده مقیاس نگرش در استم				
				علوم	ریاضیات	مهندسی	فناوری	تلفیق علوم – ریاضیات – مهندسی – فناوری	شغل
پیشرفت تحصیلی علوم تجربی		۱							
نگرش در استم (آزمایش)		۰/٤۳۸**	۱						
نگرش در استم (کنترل)		۰/۲۵٤*	۱						
خرده مقیاس نگرش در استم	علوم (آزمایش)	۰/٤۹۵**	۰/۷۱٦**	۱					
	علوم (کنترل)	۰/۱۷۸	۰/۷۱۲**	۱					
	ریاضیات (آزمایش)	۰/۵۰۲**	۰/۷۵۹**	۰/٦۲۲**	۱				
	ریاضیات (کنترل)	۰/۱۳٦	۰/٦۷۲**	۰/٤۰۲**	۱				
	مهندسی (آزمایش)	۰/۰۱٦	۰/۵۸۱**	۰/۱٤٤	۰/۰۷۰	۱			
	مهندسی (کنترل)	۰/۱۸۸	۰/۵۸۵**	۰/۳٦٦**	۰/۰۳۰	۱			

متغیر	پیشرفت تحصیلی علوم تجربی	نگرش در استم	خرده مقیاس نگرش در استم				
			علوم	ریاضیات	مهندسی	فناوری	تلفیق علوم – ریاضیات – مهندسی – فناوری	شغل
فناوری (آزمایش)	۰/۱۸۳	۰/۶۸۵**	۰/۲۵۳*	۰/۲۲۴	۰/۶۸۵**	۱		
فناوری (کنترل)	۰/۱۲۰	۰/۵۰۳**	۰/۰۹۵	۰/۰۱۳	۰/۴۱۲**	۱		
تلفیق علوم – ریاضیات – مهندسی – فناوری (آزمایش)	۰/۳۹۸**	۰/۷۵۲**	۰/۶۱۱**	۰/۶۱۱**	۰/۲۵۴*	۰/۳۱۶**	۱	
تلفیق علوم – ریاضیات – مهندسی – فناوری (کنترل)	۰/۲۰۸	۰/۶۳۲**	۰/۵۱۰**	۰/۴۰۸**	۰/۱۴۳	۰/۱۶۶	۱	
شغل (آزمایش)	۰/۰۷۲	۰/۵۳۸**	۰/۳۱۲**	۰/۲۹۰*	۰/۲۴۹*	۰/۲۹۲*	۰/۳۴۴**	۱
شغل (کنترل)	۰/۱۳۶	۰/۶۶۰**	۰/۴۶۷**	۰/۴۰۵**	۰/۲۶۸*	۰/۲۷۶*	۰/۲۴۲*	۱

** P < ۰/۰۱ ،* P < ۰/۰۵

بحث و نتیجه‌گیری

امروزه توجه به منابع انرژی تجدیدپذیر به‌ویژه انرژی خورشیدی و توسعه فناوری‌های مرتبط با آن به‌سرعت درحال‌توسعه است (خاتمی شال، ۱۳۹۵). ازاین‌رو مفاهیم مرتبط با انرژی خورشیدی در برنامه درسی مقاطع مختلف تحصیلی، موردتوجه قرار گرفته است (دیبایی و لاهیجانی، ۱۳۸۸). برخی شواهد نشان می‌دهد که رویکردهای مختلف آموزشی می‌توانند تأثیرات متفاوتی بر پیشرفت دانش‌آموزان داشته باشند (Aitkin & Zukovsky, 1994) و این‌که انتخاب رویکردهای تدریس می‌تواند تفاوت مهمی در یادگیری دانش‌آموزان ایجاد کند. رویکردهای مختلف تدریس در کلاس ها به روش‌های مختلف بر نتایج دانش‌آموزان تأثیر می‌گذارد. رویکردهایی که در آن به دانش‌آموزان اجازه داده می‌شود تا با همکلاسی‌ها و معلمان همکاری کنند، به دانش‌آموزان فرصت بیشتری برای درک و موفقیت می‌بخشد (Samuelsson, 2010) و دانش‌آموزان را در بطن یادگیری قرار می‌دهد (رضایی و همکاران، ۱۳۹۹). همچنین شیوه کاوشگری که در رویکرد استم برای یادگیری مفاهیم به کار می‌رود، دانش‌آموزان را در موقعیتی قرار می‌دهد که آن‌ها مسائل خود را از طریق تفکر، کاوش و پژوهش به کمک مشاهده و گردآوری اطلاعات مورد آزمون قرار داده و با تبادل اطلاعات بین اعضای گروه خود به نتیجه دست می‌یابند. با چنین رویکردی فراگیران علاوه بر یادگیری حقایق علمی، روش و نگرش علمی را نیز با اکتشافات خود، به دست می‌آورند (شعبانی، ۱۳۸۵).

هدف این مطالعه، تأثیر رویکرد آموزشی تلفیقی استم در مورد مفاهیم انرژی در بافتار انرژی خورشیدی بر پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان پایه نهم و نگرش آن‌ها در استم است که در شرایط آموزش مجازی (در شرایط بیماری کووید-۱۹) در پلت فرم دانش‌آموزی شاد، در ساعات مربوط به درس علوم تجربی اجرا گردید. نتایج حاصل نشان داد که تفاوت میانگین نمرات پس‌آزمون در مورد پیشرفت تحصیلی و نگرش به استم در دو گروه کنترل و آزمایش، به نفع گروه آزمایش قابل‌توجه بود. علاوه بر این، اختلاف بین نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون این دو گروه به نفع گروه آزمایش معنادار بود. تصور می‌شود دلایل تفاوت بین دو گروه ازنظر موفقیت تحصیلی در توانایی افراد برای دسترسی به اطلاعات توسط خود آن‌ها و همچنین در داشتن فرصت برای پیاده‌سازی آن‌ها از طریق همبستگی اطلاعات با ریاضی، مهندسی و فناوری است. به عبارتی رویکرد استم بر عمیق‌تر شدن یادگیری و یا سازمان‌دهی بهتر موضوعی در مبحث تبدیل و انتقال انرژی کمک می‌کند و با تغییر مثبت نگرش دانش‌آموزان بر پیشرفت تحصیلی آنان تأثیر می‌گذارد. در فرایند یادگیری علوم علاوه بر ویژگی‌های شناختی، عوامل عاطفی و بافتی نیز نقش مهمی ایفا می‌کنند.

موفقیت دانش‌آموزان در یک درس منجر به ایجاد عاطفه‌ی مثبت به آن درس می‌شود. این عاطفه در صورت تداوم به علاقه‌مندی تبدیل می‌شود و بدین ترتیب به حوزه‌های مرتبط با درس و مدرسه تعمیم می‌یابد. وقتی دانش‌آموزان بین موفقیت‌ها و اعمال خود رابطه‌ی معنادار می‌یابد، احساس شایستگی، پذیرش مسئولیت و به دنبال آن نگرش مثبت به یادگیری بیشتر خواهد شد، همچنین یافته‌های پژوهشی نشان می‌دهد دانش‌آموزان با نگرش بالاتر به علوم، میانگین عملکرد بالاتری در مقایسه با سایر دانش‌آموزان دارند (جعفری و همکاران، ۱۳۹۶). مطالعات مختلف نشان می‌دهد که آموزش مبتنی بر استم تأثیر مثبتی بر پیشرفت تحصیلی و نگرش دانش‌آموزان دارد که با نتایج این مطالعه همسو است. Toma & Greca در سال ۲۰۱۸ در پژوهش خود دریافتند که دانش‌آموزان درگیر در رویکرد تلفیقی استم، نگرش مثبت‌تری نسبت به علوم در مقایسه با کسانی که علوم را از طریق یک رویکرد متعارف (به‌عنوان‌مثال مبتنی بر کتاب درسی) مطالعه می‌کنند، دارند. همچنین Doppelt و همکاران در سال ۲۰۰۸ اظهار داشتند که آموزش استم نقش بالقوه‌ای در افزایش علاقه دانش‌آموزان به موضوعات علمی، تمایل به یادگیری و پیشرفت تحصیلی آن‌ها دارد. Ugras در سال ۲۰۱۸ نیز در پژوهش خود بین نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون دانش‌آموزان برای تعیین تغییر نگرش آن‌ها نسبت به استم اختلاف معناداری گزارش نمود. همچنین آموزش مبتنی بر رویکرد تلفیقی استم در درک مفهوم علوم و بنابراین پیشرفت تحصیلی تأثیرگذار است (Angwal et al., 2019) و تأثیر مثبتی بر پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان دارد (León et al., 2015). آموزش استم ازنظر بهبود سطح موفقیت و پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان نسبت به موضوع مربوطه کارآمد است. داشتن نگرش مثبت نسبت به استم نقش مهمی در برنامه‌های شغلی دانش‌آموزان در زمینه استم و همچنین افزایش علاقه آن‌ها به چنین زمینه‌هایی دارد (Özcan & Koca, 2019). این ایده که اجرای آموزش استم تأثیر مثبتی بر نگرش دانش‌آموزان و پیشرفت تحصیلی دارد، توسط بسیاری از مطالعات ازجمله (Sari et al., 2018) و (Aydın et al., 2017) پشتیبانی می‌شود. آموزش استم که امکان مشارکت فعال دانش‌آموزان را فراهم می‌کند، نگرش و انگیزه دانش‌آموزان را افزایش می‌دهد و فعالیت‌های مبتنی بر استم بر مهارت‌های فرایند علمی دانش‌آموزان و نگرش آن‌ها نسبت به علم تأثیر مثبت می‌گذارد (Ugras, 2018). به‌طورکلی بر اساس نتایج حاصل می‌توان تبیین نمود که علت تأثیر رویکرد استم بر پیشرفت تحصیلی و نگرش به این دلیل است که دانش‌آموزان در طول آموزش با رویکرد استم، به تعدادی مهارت، ازجمله تحقیق، استفاده از فناوری، کار در گروه‌ها، ایجاد محصولات و ارائه سخنرانی‌ها و غیره نیاز دارند. در محیط‌های استم به دانش‌آموزان فرصت هایی برای توسعه این مهارت‌ها ارائه می‌شود و چون خود فراگیران هم درگیر فرآیند یادگیری و هم یاددهی هستند، همین امر منجر به افزایش اعتمادبه‌نفس، تقویت نگرش و بهبود پیشرفت تحصیلی آن‌ها می‌شود. درواقع رویکرد استم این فرصت را به دانش‌آموزان می‌دهد تا مهارت استفاده از دانش خود را در شرایط گوناگون نشان دهند و چون شرایط یادگیری، مشارکتی و همراه با تلفیق دروس نیز است امکان موفقیت بیشتری را برای دانش‌آموزان فراهم می‌نماید؛ لذا یافته‌های پژوهش حاضر نیز همسو با موارد یادشده مبنی بر تأثیرگذاری آموزش مبتنی بر استم بر پیشرفت تحصیلی و نگرش دانش‌آموزان در مفاهیم انرژی است؛ از طرفی با توجه به این‌که کشور ایران از جهت دریافت انرژی خورشیدی در شمار بهترین کشورها است، لذا می‌توان از این رویکرد تلفیقی در راستای پرورش نگرش دانش‌آموزان و یادگیری معنادار آنان در مفاهیم مرتبط با انرژی در بافتار انرژی خورشیدی بهره جست. در این راستا پیشنهاد می‌شود برنامه ریزان درسی و مؤلفان کتب درسی رویکردهای نوین آموزشی را در آموزش محتوای درس علوم تجربی دوره اول متوسطه در تعامل بین علوم و فن‌آوری با رویکرد تلفیقی به‌منظور نیل به یادگیری اثربخش به‌کارگیرند.

تعارض منافع

پژوهش حاضر تعارض منافعی ندارد.

منابع

آبیار، م. (۱۳۹۱). *تدوین یک محتوای آموزشی ساده در زمینه انرژی خورشیدی برای دانش‌آموزان سوم دبیرستان تهران سال تحصیلی ۱۳۹۱-۱۳۹۰*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. تهران: دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی.

آذربایجانی، م. سالاری فر، م. ر، عباسی، ا. کاویانی، م؛ و موسوی اصل، س. م. (۱۳۸۵). *روان‌شناسی اجتماعی با نگرش به منابع اسلامی*. تهران: انتشارات سمت.

بدریان، ع.، صفری، پ. (۱۳۹۵). بررسی تصورات و کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان پایه ششم ابتدایی درباره مفهوم انرژی. *فصل نامه خانواده و پژوهش*، ۱۳(۳۰)، ۱۱۷-۱۳۷.

تابان، ل. (۱۳۸۹). *مطالعه اثربخشی محیط یادگیری ساختن گرایی پروژه محور بر بهبود کیفیت یادگیری دانش‌آموزان دبیرستانی در مفاهیم انرژی‌های نو*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی.

جعفری، م.، کیامنش، ع.، و کریمی، ع. (۱۳۹۶). روند تغییرات و نقش عوامل نگرش، علاقه و خودپندارهٔ علوم دانش آموزان پایهٔ هشتم بر پیش‌بینی عملکرد علوم بر مبنای مطالعات تیمز، *نشریه پژوهش در نظام‌های آموزشی*، ۱۱(۳۶)، ۸۹-۱۲۰.

خاتمی شال، م. (۱۳۹۵). *طرحی محتوا و اعتباربخشی آموزش سلول‌های خورشیدی در دوره متوسطه دوم*، پایان‌نامه کارشناسی ارشد. تهران: دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی.

دیبایی، ش و لاهیجانی، ا. (۱۳۸۸). بررسی برنامه‌های درسی مقطع راهنمایی با تأکید بر محورهای آموزش محیط‌زیست. *علوم محیطی*، ٦ (۳)، ۱۷۷-۱۸٤.

رضایی، م، امام‌جمعه، م، احمدی، غ، عصاره، ع و نیکنام، ز. (۱۳۹۹). طراحی الگوی مفهومی برنامه درسی تلفیقی استم (علوم، فناوری، مهندسی، ریاضی) در دوره ابتدایی کشور ایران. *فصل‌نامه مطالعات برنامه درسی ایران*، ۱۵(۵۹)، ۶۳-۹۲.

شعبانی، ح. (۱۳۸۵). *مهارت‌های آموزشی، روش‌ها و فنون تدریس*. جلد دوم. تهران. انتشارات سمت.

ظرافت دوست، ن. (۱۳۹۲). *طراحی فعالیت عملی برای آموزش منابع انرژی در علوم تجربی سوم دبستان*، پایان‌نامه کارشناسی ارشد. تهران: دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی.

عابدینی، م. (۱۳۹٤). *طراحی برنامه درسی آزمایشگاه شیمی آلی بر مبنای شیمی سبز*، پایان‌نامه کارشناسی ارشد. تهران: دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی.

فتحی، م، سعادتمند، ز و یوسفی، ع. (۱۳۹۹). شناسایی مؤلفه‌ها و تحلیل محتوای برنامه درسی علوم تجربی دوره ابتدایی بر مبنای سند تحول بنیادین، *نشریه پژوهش در نظام‌های آموزشی*، ٤۱، ٦۹-۸۱.

مستشاری، م. (۱۳۸۳). دیدگاه‌های آموزشی و پژوهشی شیمی سبز. *مجله محیط‌شناسی*، ۳۰ (۳۳)، ۱۰۰-۱۰٤.

معروفی، ی. و رمضانی، ع. (۱۳۹٤). تدریس اثربخش و رابطه آن با نگرش دانشجویان نسبت به دوره تحصیلی. *اولین همایش ملی مطالعات و تحقیقات نوین در حوزه علوم تربیتی و روان‌شناسی ایران*.

نگهبان، م.، احمدی، غ. و کبیری، م. (۱۳۹۹). شناسایی برخی از بدفهمی‌های دانش‌آموزان پایه چهارم ابتدایی در درس علوم تجربی بر اساس مطالعه تیمز ۲۰۱۵، *نشریه پژوهش در نظام‌های آموزشی*، ۱٤ (٤۸)، ۱۲۷-۱٤۳.

References

Abedini, M. (2015). *Organic Laboratory Curriculum Design Based on Green Chemistry*, Master Thesis. Tehran: Shahid Rajaee Teacher Training University. [In Persian].

Abyar, M. (2012). *Compilation of a simple educational content in the field of solar energy for third year high school students in Tehran, 2011 academic year*. Master Thesis. Tehran: Shahid Rajaee Teacher Training University. [In Persian].

Acikgoz, C. (2011). Renewable energy education in Turkey. *Renewable Energy*, *36*(2), 608-611.

Aitkin, M., & Zukovsky, R. (1994). Multilevel interaction models and their use in analysis of large-scale school effectiveness studies. *School and School Improvement*, *5*(1), 45-73.

Angwal, Y. A., Saat, R. M., & Sathasivam, R.V. (2019). Preparation and validation of an integrated STEM instructional material for genetic instruction among year 11 science students. *Malaysian Online Journal of Educational Sciences*, *7*(2), 41-56.

Aydın, G., Saka, M., & Guzey, S. (2017). Science, technology, engineering, mathematic (STEM) attitude levels in grades 4th-8th. *Mersin University Journal of the Faculty of Education*, *13*(2), 787-802.

Azarbaijani M, Salari Far MR, Abbasi A, Kaviani M, Mousavi Asl SM. (2006). *Social psychology and attitude to human resources*. Tehran: Samt Publication. [In Persian].

Badriyan, A., Safari P. (2016). A Study of Sixth Graders' Misconceptions about Energy. *QJFR*, *13*(30), 117-137. [In Persian].

Benek, I. & Akcay, B. (2019). Development of STEM attitude scale for secondary school students: Validity and reliability study. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology (IJEMST)*, *7*(1), 32-52. DOI:10.18404/ijemst.509258.

Chittum, J. R., Brett, D. J., Sehmuz, A. & Ásta, B. S. (2017). The effects of an afterschool STEM program on

Systems Research, 14(48), 127-143. doi: 10.22034/jiera.2020.189610.1911. [In Persian].

Opara, J. A. (2015). Gender and science education in Nigeria. *International Journal of English and Education, 4*(3), 152-159.

Özcan, H., & Koca, E. (2019). The impact of teaching the subject "pressure" with STEM approach on the academic achievements of the secondary school 7th grade students and their attitudes towards STEM. *Egitim ve Bilim, 44*(198). 201-227.

Rezaei, M., emam jomeh, M., Ahmady, G., assareh, A., niknam, Z. (2021). A Conceptual Model for the Integrated STEM Curriculum (Science, Technology, Engineering, Mathematics) in Primary Schools of Iran. *Journal of Curriculum Studies, 15*(59), 63-92. [In Persian].

Samuelsson, J. (2010). The impact of teaching approaches on students' mathematical proficiency in Sweden. *International electronic journal of mathematics education, 5*(2), 61-78.

Sarı, U., Alıcı, M., & Şen, Ö. F. (2018). The effect of STEM instruction on attitude, career perception and career interest in a problem-based learning environment and student opinions. *The Electronic Journal for Research in Science & Mathematics Education*, 22(1), 1-21.

Sha'bani, H. (2006). *Instructional skills, teaching methods and techniques*. Volume II. Tehran: Samt Publications. [In Persian].

Suhandi, A. & Nugraha, M. G. (2017). Development of reasoning test instruments based on TIMSS framework for measuring reasoning ability of senior high school student on the physics concept. *Journal of Physics: Conference Series*, *812*(1), 012108.

Taban, L. (2010). S*tudy of the effectiveness of project-based constructivist learning environment on improving the learning quality of high school students in new energy concepts*. Master Thesis, Shahid Rajaee Teacher Training University. [In Persian].

Ting, Y. L. (2016). STEM from the perspectives of engineering design and suggested tools and learning design. *Journal of Research in STEM Education*, *2*(1), 59-71.

Toma, R. B., & Greca, I. M. (2018). The effect of integrative STEM instruction on elementary students' attitudes toward science. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *14*(4), 1383-1395.

Tseng, K., Chang, C., Lou, S., & Chen, W. (2013). Attitudes towards science, technology, engineering and mathematics (STEM) in a project-based learning (PBL) environment. *International Journal of Technology and Design Education, 23*(1), 87–102.

Ugras, M. (2018). The Effect of STEM Activities on STEM Attitudes, Scientific Creavity and Motivation Beliefs of the Students and Their Views on STEM Education. *International Online Journal of Educational Sciences, 10*(5), 165-182.

Zerafatdoost, N. (2013). *Designing Practical Activities for Teaching Energy Resources in 3rd Grade Science text book*, Master Thesis, Shahid Rajaee Teacher Training University. [In Persian].

students' motivation and engagement. *International Journal of STEM Education, 4*(11), 1-16.

Dibaei, Sh., Lahijani, A. (2009). Exploration of Environmental Education in Curriculum of Guidance Schools. *Environmental Sciences*, 6(3), 177-184. [In Persian].

Doppelt, Y., Mehalik, M. M., Schunn, C. D., Silk, E., & Krysinski, D. (2008). Engagement and achievements: a case study of design-based learning in a science context. *Journal of Technology Education, 19*(2), 22-39.

Fathi, M., saadatmand, Z., yosefi, A. (2020). Identification of Components and Content Analysis of the Elementary Sciences Experimental Curriculum Based on a Fundamental Transformation Document (Case Study Fifth Grade). *Educational Systems Research, 41*, 69-81. [In Persian].

Hacieminoglu, E. (2016). Elementary school students' attitude toward science and related variables. *International Journal of Environmental and Science Education, 11*(2), 35–52.

Hooker, M. (2017). *A Study on the Implementation of the Strengthening Innovation and Practice in Secondary Education Initiative for the preparation of Science, Technology, English and Mathematics (STEM) Teachers in Kenya to integrate Information and Communication Technology (ICT) in Teaching and Learning*, PhD Thesis, Queen's University Belfast.

Jafari, M., Kiamanesh, A., Karimi, A. (2017). A Trend Study and the Role of Attitude, Interest in, and scientific Self-concept on scientific performance of eighth-grade students, based on International TIMSS Studies. *Educational Systems Research, 11*(36), 89-120. [In Persian].

Kanadli, S. (2019). A meta-summary of qualitative findings about STEM education. *International Journal of Instruction, 12*(1), 959-976.

Khatami Shawl, M. (2016). *Content design and accreditation of solar cell education in secondary school*, Master's thesis. Tehran: Shahid Rajaee Teacher Training University. [In Persian].

León, J., Núñez, J. L., & Liew, J. (2015). Self-determination and STEM education: Effects of autonomy, motivation, and self-regulated learning on high school math achievement. *Learning and Individual Differences, 43*, 156-163.

Marshall, J. C. (2015). In step with the new science standards. *Educational Leadership: STEM for all, 72*(4), 16-22.

Marufi, Y and Ramezani, A. (2015). Effective teaching and its relationship with students' attitudes toward the course. *The first national conference on modern studies and research in the field of educational sciences and psychology in Iran*. [In Persian].

Millar, R. (2005). *Teaching about energy, Report, University of York*, Department of Educational Studies, York.

Mostashari, S. (2004). The educational and research viewpoints of the green chemistry. *Journal of environmental studies, 30*(33), 100-104. [In Persian].

Negahban, N., ahmadi, G., kabiri, M. (2020). Identifying some of the science misconceptions in fourth graders, based on TIMSS 2015.). *Educational*