



Comparing the Effectiveness of Science Education in Second Grade of Elementary Course with STEAM and Traditional Teaching Method

Paria Mirdar Makari¹, Soolmaz Nourabadi²

¹M.A. in Curriculum, Department of Educational Sciences, Shahed University, Tehran, Iran

²Associate Professor, Department of Educational Sciences, Shahed University, Tehran, Iran

Abstract

The aim of the present study is to implement the STEAM approach and compare the effectiveness of teaching science in the second grade of elementary school with STEAM approach and traditional method. The study was conducted using a quasi-experimental method in the form of a pre-test and post-test design with two experimental and control groups. The research population included all second-grade elementary school students in District 3 of Alborz Province in the academic year 2023-2024. A total of 60 students were randomly assigned to two experimental and control groups of 30 using the random sampling method. After conducting the pre-test in the experimental and control groups, teaching was carried out using the conventional and traditional method in the control group, and teaching with the STEAM approach in the experimental group. Then, a post-test was conducted in both groups, and finally, the collected data was analyzed using SPSS26 software. The findings showed that replacing STEAM approach with traditional method of teaching science significantly improved students' learning. The results of this study confirm the superiority of the STEAM method in enhancing students' understanding of scientific concepts, strengthening practical skills, fostering creativity, and improving critical thinking and problem-solving skills. Evidence suggests that STEAM education can be used as an effective strategy to improve the quality of science education in the second grade of elementary school and lead to significant academic progress of students in science lessons.

Keywords: Effectiveness, Science Education, Second Grade of Elementary Course, STEAM Approach, Traditional Method.

مقایسه اثربخشی آموزش علوم پایه دوم دوره

ابتدایی با رویکرد استیم (STEAM) و روش سنتی

پریا میردارمکاری¹، سولماز نورآبادی^{2*}

¹کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی درسی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران.

²دانشیار گروه علوم تربیتی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران.

چکیده

هدف پژوهش حاضر، اجرای رویکرد استیم و مقایسه اثربخشی آموزش علوم پایه دوم ابتدایی با رویکرد استیم و روش سنتی است. پژوهش با روش شبه‌آزمایشی در قالب طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون با دو گروه آزمایش و کنترل انجام شد. جامعه پژوهش شامل تمام دانش‌آموزان پایه دوم ابتدایی ناحیه 3 استان البرز در سال تحصیلی 1402-1403 بود. تعداد 60 نفر از دانش‌آموزان با استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی در دو گروه 30 نفره آزمایش و کنترل قرار گرفتند. پس از انجام پیش‌آزمون در دو گروه آزمایش و کنترل، تدریس به روش رایج و سنتی در گروه کنترل، و تدریس با رویکرد استیم در گروه آزمایش انجام شد. سپس پس‌آزمون در هر دو گروه اجرا و در نهایت داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از نرم‌افزار SPSS26 تحلیل شد. یافته‌ها نشان داد که جایگزینی رویکرد استیم بجای روش سنتی آموزش علوم، موجب بهبود قابل توجه یادگیری دانش‌آموزان می‌شود. نتایج حاصل از این پژوهش، برتری روش استیم را در ارتقاء درک دانش‌آموزان از مفاهیم علمی، تقویت مهارت‌های عملی، پرورش خلاقیت و بهبود تفکر نقادانه و مهارت‌های حل مسئله تأیید می‌کند. شواهد حاکی از آن است که آموزش با رویکرد استیم می‌تواند به عنوان یک راهکار مؤثر برای بهبود کیفیت آموزش علوم پایه دوم ابتدایی مورد استفاده قرار گرفته و موجب پیشرفت تحصیلی قابل توجه دانش‌آموزان در درس علوم گردد.

کلیدواژه‌ها: اثربخشی، آموزش علوم، پایه دوم دوره ابتدایی، رویکرد استیم، روش سنتی.

مقدمه

در دنیای پرشتاب امروز جوامع با گسترش و پیشرفت روزافزون علم و دانش در تمام زمینه‌ها مواجه هستند. از این‌رو کشورها سعی دارند از طریق ارتقاء نظام آموزشی که یکی از زیرساخت‌ها و ارکان اصلی توسعه است، با پیشرفت‌های جهانی همگام شوند. در مسیر این انطباق علوم تجربی گذرگاهی مهم برای رسیدن به پیشرفت، توسعه و هم‌نوایی با تغییرات است. «علوم تجربی یکی از بحث‌برانگیزترین شاخه‌های علم است و هر کشوری برای افزایش اقتدار، امنیت و توسعه همه‌جانبه به علم و فناوری نیاز دارد» (Jafari harandi, 2023). اهمیت علوم تجربی تا آنجاست که «امروزه پیشرفته‌ترین کشورهای دنیا کشورهایی به‌شمار می‌روند که در زمینه کاربردی کردن محتوای علوم تجربی، به سرحد خودکفایی رسیده‌اند و می‌توانند به خوبی از محتوای علمی این زمینه، برای رفع نیازهای ضروری خود استفاده کنند» (Ghasemian, 2023).

علوم تجربی در ایران نیز، موضوعی بسیار جدی است و جایگاه ویژه‌ای در اسناد بالادستی دارد. به‌طوری که آموزش علوم تجربی در برنامه درسی جمهوری اسلامی ایران از دو منظر ضروری و حائز اهمیت است: «از یکسو در ایجاد بصیرت و بینش عمیق نسبت به درک دنیای اطراف و زمینه‌سازی برای تعظیم خالق متعال از طریق فهم عظمت خلقت ضرورت دارد، و از سوی دیگر با عنایت به وابستگی روزافزون ابعاد گوناگون زندگی انسان به یافته‌ها و فرآورده‌های علمی فناوریانه ضروری می‌نماید» (National Curriculum of the Islamic Republic of Iran, 2011). اهداف بسیاری در برنامه درسی آموزش علوم در نظر گرفته شده است؛ با توجه به تحولات ایجاد شده در دنیای امروز و شرایط علمی، فناوریانه، فرهنگی و اجتماعی، هدف برخورداری از «سواد علمی و فناوریانه» را می‌توان به عنوان یکی از اساسی‌ترین اهداف یاد شده در اسناد بالادستی از جمله سند برنامه درسی ملی نام برد. «سواد علمی و فناوریانه شهروندان را مهیا می‌سازد تا در فرایند تصمیم‌گیری در زندگی،

آگاهانه‌تر عمل کنند» (Sajjadi, 2020). همچنین «سواد فناوریانه باعث افزایش نوآوری دانش‌آموزان در عمل و نیز توانایی استفاده، مدیریت، ارزیابی و درک فناوری و به دنبال آن یادگیری مادام‌العمر می‌شود» (Maleki et al, 2020). سواد علمی فناوریانه تنها یادگیری مفاهیم علمی نیست، بلکه مهارت‌های پیچیده تفکر را نیز شامل می‌شود.

آنچه در خصوص اهداف و اهمیت علوم تجربی بیان شد، در محیط آموزشی و مدرسه متجلی می‌شود. زیرا آموزش راهی برای رسیدن به اهداف تعیین شده در برنامه درسی علوم تجربی است. از عناصر بسیار مهم هر نظام آموزشی، معلم است که نقشی خطیر، عمیق و انکارناپذیر در کلاس درس دارد. در واقع «معلم عنصر کلیدی انتقال دانش و آموزش به دانش‌آموزان است و مهمترین عضو نظام آموزشی در فرآیند یاددهی-یادگیری و معمار اصلی نظام آموزشی محسوب می‌شود. بنابراین موفقیت هر نظام آموزشی تا حد بسیاری به دانش و مهارت‌های حرفه‌ای معلمان بستگی دارد» (Tarakomi, 2024). معلم، عملکرد و روش‌های او برای تدریس؛ می‌تواند به عنوان محور اصلی دستیابی به اهداف آموزشی تلقی شود. در واقع معلم با استفاده از روش‌های مناسب و فعال تدریس در تمام دروس خصوصاً در علوم تجربی که در زمره دروس فعال و عملی قرار می‌گیرد؛ می‌تواند دانش‌آموزان را به سمت و سوی یادگیری عمیق و مادام‌العمر سوق دهد.

از رویکردهای نوین، فعال و متناسب با جهان امروز و قرن بیست‌ویکم، رویکرد استیم (STEAM) است. در واقع «ظهور فناوری‌ها و صنایع جدید و نوظهور، نیاز به تجهیز دانش‌آموزان به مهارت‌های منحصربه‌فرد برای زندگی در عصر دیجیتال را در جوامع مدرن برجسته ساخته است. این نیاز به توسعه رویکردهای آموزشی برای تجهیز دانش‌آموزان به مهارت‌های خلاقانه و نوآورانه منجر شده است تا از هرگونه شکاف مهارتی در آینده جلوگیری شود. این تغییر به رشد آموزش استیم (علوم، فناوری، مهندسی، هنر و ریاضیات) در سراسر جهان دامن زده است» (Leavy et al, 2023). استیم در ابتدا به صورت

(Asghari Asalsardroud et al, 2022). در زمینه رویکرد استیم، پژوهش‌های متعددی صورت گرفته است که در ادامه به برخی موارد اشاره می‌گردد:

(Nikan, Khosravi & Shirvani (2023) ضمن پژوهشی با عنوان «اثربخشی آموزش روش استیم بر یادگیری و انگیزش تحصیلی در درس ریاضی پایه ششم دانش آموزان پسر شهرستان گنبد کاووس» نتیجه گرفتند که یکی از عوامل مؤثر بر یادگیری و انگیزش تحصیلی دانش‌آموزان پایه ششم ابتدایی در درس ریاضی، استفاده از آموزش با روش استیم است. Zarei, Zeinalipour & Samavi (2022) در پژوهشی تحت عنوان «طراحی بسته آموزشی استیم‌محور بر اساس مدل تفکر طراحی و بررسی اثربخشی آن بر دانش‌آموزان پایه ششم ابتدایی» دریافتند بعد از ارائه بسته آموزشی به گروه آزمایش، این گروه به صورت معناداری بیشتر از گروه گواه به سؤالات آزمون مهارت حل مسئله و خلاقیت پاسخ دادند و در آزمون نگرش‌سنج علوم، نظر مثبتی نسبت به فعالیت‌های درس علوم تجربی اعلام نمودند.

(Junior & Desousa (2023) پژوهشی با عنوان «اهمیت آموزش استیم در تربیت متخصصان آینده» انجام دادند. این پژوهش بر اهمیت آموزش استیم در پرورش متخصصان آینده، ارتقاء خلاقیت، نوآوری و حل مسئله از طریق ادغام رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی، هنر و ریاضیات تأکید می‌کند. (Gulandon (2023) در پژوهش خود با عنوان «نظام آموزشی استیم و تأثیر آن بر کارایی آموزشی در کلاس‌های درس دبستان» بیان داشت: رویکرد استیم طرز فکر دانش‌آموزان را در مورد آموزش و یادگیری تغییر می‌دهد. با تمرکز بر مهارت‌های عملی؛ دانش‌آموزان توانایی، خلاقیت و انعطاف‌پذیری خود را توسعه می‌دهند و یاد می‌گیرند که با دیگران همکاری کنند. (Ozkan & Topsakal (2021) پژوهشی با عنوان «بررسی اثربخشی آموزش استیم بر درک مفهومی دانش‌آموزان از مباحث نیرو و انرژی» دریافتند که آموزش استیم بر درک مفهومی دانش‌آموزان تأثیر مثبت گذاشته و تعداد تصورات نادرست را کاهش

استم (STEM) ظهور پیدا کرد. به عبارتی «اصطلاح آموزش استیم به آموزش و یادگیری در زمینه‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات اشاره دارد و شامل فعالیت‌های آموزشی در تمام سطوح می‌شود، از پیش‌دبستانی تا دکتری، و در دو بخش رسمی مانند کلاس‌های درس، و غیررسمی مانند برنامه‌های بعد از مدرسه (Granovski, 2018).

«در عصر انقلاب صنعتی چهارم و با توجه به شرایط این عصر و اهمیت تمامی رشته‌ها، حرکت از آموزش‌های استیم به سوی آموزش‌های استیم یا به تعبیر دیگر حرکت از علوم فنی و مهندسی صرف، به سوی علوم انسانی صورت گرفت. چرا که پیوند میان علوم فنی و مهندسی و علوم انسانی بسیار مهم می‌باشد. تفاوت اصلی بین استیم و استیم نیز در این است که استیم به یک رویکرد مدرن در علوم و موضوعات مرتبط با تمرکز بر حل مسائل با تفکر انتقادی و مهارت‌های تحلیلی اشاره دارد، در حالی که آموزش استیم همان موضوعات را دنبال می‌کند؛ اما تفکر خلاق و هنرهای کاربردی را نیز در آموزش و شرایط واقعی ادغام می‌کند» (Zarrin et al, 2022). لازم به ذکر است «شیوه‌های آموزشی مدرن نیز به سمت ادغام حوزه‌هایی تمایل دارند که قبلاً مجزا در نظر گرفته می‌شدند. در سال‌های اخیر، اصطلاح استیم به حوزه‌های علوم، فناوری، مهندسی و آموزش ریاضیات مرتبط شده است. با این حال، هنگامی که استیم به عنوان روشی مفید برای ارجاع به این چهار زمینه در یک مخفف مختصر تأسیس شد، پژوهشگران خواستار گسترش بیشتر آن برای گنجاندن هنرها شدند» (Roblen, 2011 cited by Khine and Arpatamanil, 2010).

«هدف رویکرد آموزشی استیم، ایجاد انگیزه در فراگیران از طریق شیوه‌ها، زمینه‌ها و فرایندها است که دانش‌آموزان را قادر می‌سازد در فعالیت‌های علمی که منجر به مسیرهای شغلی استیم می‌شود، شرکت کنند» (Okwara, V. U., & Pretorius, 2023) و «هدف استیم علاوه بر موارد فوق، نوآوری واقعی با ترکیب ذهن دانشمند یا متخصص با ذهن یک هنرمند یا طراح است»

(Mirzakhani & Fazeli, 2023).

همانطور که اشاره شد؛ یکی از رویکردهای مهم و فعال در زمینه تدریس و یادگیری، رویکرد استیم است. استیم رویکردی تلفیقی و ابتکاری آموزشی است «استفاده از برنامه‌های استیم، تجربه یادگیری کلی دانش‌آموزان را افزایش می‌دهد و آن را عمیق و معنادار می‌سازد» (Bertrand & Namukasa, 2020). در واقع امروزه استیم به عنوان یک رویکرد در خدمت حل مسئله خلاق بسیار حائز اهمیت است، به صورتی که چارچوب استیم در کشورهایی همچون ایالت متحده آمریکا، کانادا و کره جنوبی در سال‌های اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته و این چارچوب آموزشی تبدیل به یک مسئله حیاتی در نظام آموزشی این کشورها شد. به عبارتی رویکرد ادغامی استیم، یک اصل حیاتی در بازسازی آموزشی مدرسه است (Kim & Chae, 2016). از این رو اهمیت ایجاد تغییر و توجه به رویکردهای نوآورانه و روش‌های تدریس فعال همچون استیم توسط معلمان دوجندان می‌شود. آشکار است که تغییرات اثربخش باید از پایه شروع شود. «بدون شک در نظام آموزش و پرورش رسمی هر کشوری، دوره ابتدایی هم به لحاظ کمی، یعنی تعداد معلمان و دانش‌آموزان؛ و هم به لحاظ کیفی، یعنی تأثیری که این دوره در موفقیت تحصیلی دانش‌آموزان در سراسر زندگی و دوران تحصیل دارد؛ از اساسی‌ترین و مهم‌ترین دوره‌های تحصیلی است» (Naghdi & soleymani, 2022).

بنابراین توجه به این دوره و استفاده از راهبردهای تدریس فعال توسط معلمان برای آموزش به دانش‌آموزان دوره ابتدایی، بسیار حائز اهمیت است؛ زیرا معلمان از ارکان اصلی نظام آموزشی هستند و نظر و عملکرد آنان، تأثیر بسیاری در تحقق اهداف خواهد داشت. طبق مطالب بیان شده و اهمیت آموزش علوم (که شامل موضوعات فیزیک، شیمی، زیست‌شناسی و زمین‌شناسی است)، در راستای جلب توجه ویژه برنامه‌ریزان و مجریان برنامه درسی نسبت به روش‌های تدریس فعال و متناسب با نیازهای جهان امروز؛ پژوهش حاضر درصدد است تا

داده یا تغییر داده است. علاوه بر این، نمرات درک مفهومی گروه مورد مطالعه پس از آزمایش به‌طور قابل توجهی بالاتر از گروه کنترل بود.

Bassachs et al (2020) در پژوهشی با عنوان «پرورش تفکر انتقادی در آموزش ابتدایی از طریق رویکردهای استیم» نتیجه گرفتند رویکرد استیم در پرورش تفکر انتقادی، درک قابل توجه از مفاهیم علمی و هنری و افزایش حس آمادگی، شایستگی و درک شیوه‌های همکاری مانند مسئولیت فردی و تعامل تأثیرگذار است. (Hwang & Lu & Chang (2018) نیز در پژوهشی با عنوان «تأثیر دوره استیم کاربردی در آموزش علوم بر خودکارآمدی فراگیران» دریافتند دوره طراحی شده استیم می‌تواند خودکارآمدی و عملکرد یادگیری دانش‌آموزان را بهبود بخشد.

می‌توان گفت؛ با وجود بیان اهمیت آموزش علوم با روش‌های فعال و اثربخش، همواره استفاده از روش‌های سنتی توسط معلمان متداول‌تر بوده و عدم تحقق یادگیری معنادار علوم در کشور ما، در آزمون‌های تیمز (TIMSS) قابل مشاهده است. «بررسی‌های اخیر آزمون تیمز (۲۰۱۹) نشان داد پیشرفت دانش‌آموزان دوره ابتدایی ایرانی، در درس علوم تجربی بسیار پایین است؛ به‌طوری که ایران با کسب نمره ۴۴۱ در بین ۵۸ کشور شرکت‌کننده، در جایگاه ۴۸ قرار دارد» (Jafari Harandi, 2023). طبق گزارشات از نتایج جهانی آزمون تیمز، «دانش‌آموزان ایرانی در حیطه بکار بستن علوم تجربی نسبت به سایر کشورها، عملکرد بسیار ضعیفی دارند» (Muliss et al, 2019) و «متوسط درصد پاسخ دانش‌آموزان ایرانی به سؤالات در مقایسه با میانگین کشورهای شرکت‌کننده ۲۰ تا ۳۰ درصد پایین‌تر است» (Education Research Institute, 2019).

در واقع «یافته‌های بدست آمده از آزمون تیمز نشانگر آن است که کشورهایی در این آزمون موفق بوده‌اند که در زمینه اجرای برنامه از روش‌های تدریس فعال و همچنین از مشارکت و حمایت والدین به همراه امکانات و منابع آموزشی اثربخش برخوردار بوده‌اند»

اهداف رویکرد استیم، جهت استفاده در پیش‌آزمون و پس‌آزمون طراحی و در مجموع تعداد ۳۳ سؤال تشریحی در این آزمون استفاده شد.

در بخش اجرا، ابتدا پیش‌آزمون در هر دو گروه برگزار و داده‌ها جمع‌آوری شد. متغیر مستقل مورد نظر در این پژوهش رویکرد استیم است؛ بنابراین دانش‌آموزان در گروه آزمایش مورد آموزش چهار درس علوم در چهار حوزه موضوعی (فیزیک، شیمی، زیست‌شناسی و زمین‌شناسی) با رویکرد آموزشی استیم؛ و دانش‌آموزان گروه کنترل مورد آموزش چهار درس علوم در چهار حوزه موضوعی (فیزیک، شیمی، زیست‌شناسی و زمین‌شناسی) به روش سنتی قرار گرفتند. محتوای تدریس‌شده در این پژوهش، از مجموعه چهار درس هوای سالم آب سالم؛ زندگی ما و گردش زمین-۲؛ پیام رمز را پیدا کن-۱؛ و سرگذشت دانه؛ استخراج و با توجه به اهداف کلی و جزئی آموزش علوم پایه دوم ابتدایی و عناصر، اهداف و اصول استیم در قالب چهار طرح درس، طراحی و در مدت زمان چهار ساعت تدریس شد. علت انتخاب این دروس، ارتباط با موضوعات شیمی، زمین‌شناسی، فیزیک و زیست‌شناسی بوده و موضوعات مذکور چهار حوزه اصلی علوم پایه دوم ابتدایی هستند. همچنین این دروس دارای ظرفیت لازم برای تدریس با رویکرد آموزشی استیم را دارا بودند.

به جهت تأمین اعتبار درونی پژوهش تلاش شد تا حد ممکن تجارب و شرایط مختلف گروه کنترل و گروه آزمایش (به استثنای اجرای روش استیم در گروه آزمایش) یکسان نگهداشته شود. همچنین رعایت همتایی دو گروه به دقت مورد بررسی قرار گرفت. استفاده از ابزار آزمون پیشرفت تحصیلی برای جمع‌آوری اطلاعات سبب می‌شود ابزار به عنوان متغیر مزاحم عمل نکند؛ چرا که پاسخگویی به سؤالات توسط دانش‌آموزان کاملاً بدون دخالت است. یکسان بودن سن، جنسیت و پایه تحصیلی گروه کنترل و گروه آزمایش هم موجب شد تفاوت‌های نتایج حاصل از پس‌آزمون، ارتباطی با سن و جنسیت دانش‌آموزان نداشته باشد. در نهایت تخصیص تصادفی

دریابد اثربخشی آموزش علوم پایه دوم ابتدایی با رویکرد استیم در مقایسه با روش سنتی چگونه است؟

فرضیه‌های پژوهش

- ۱- در علوم پایه دوم ابتدایی، آموزش دروس با موضوع شیمی با رویکرد استیم نسبت به آموزش با روش سنتی، اثربخش‌تر است.
- ۲- در علوم پایه دوم ابتدایی، آموزش دروس با موضوع زمین‌شناسی با رویکرد استیم نسبت به آموزش با روش سنتی اثربخش‌تر است.
- ۳- در علوم پایه دوم ابتدایی، آموزش دروس با موضوع فیزیک با رویکرد استیم نسبت به آموزش با روش سنتی، اثربخش‌تر است.
- ۴- در علوم پایه دوم ابتدایی، آموزش دروس با موضوع زیست‌شناسی با رویکرد استیم نسبت به آموزش با روش سنتی، اثربخش‌تر است.

روش پژوهش

پژوهش حاضر از نظر ماهیت، در زمره تحقیقات کمی؛ از نظر کاربرد پژوهش، کاربردی؛ و از لحاظ روش گردآوری داده‌ها، شبه‌آزمایشی با دو گروه کنترل و آزمایش است. در واقع طرح به‌کار برده شده در پژوهش حاضر، طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون با گروه کنترل است. جامعه آماری این پژوهش شامل تمامی دانش‌آموزان پایه دوم ابتدایی در مدارس ناحیه ۳ استان البرز بود. در پژوهش حاضر ابتدا یک مدرسه ابتدایی از جامعه آماری مورد نظر، برای انتخاب دو گروه کنترل و آزمایش از پایه دوم ابتدایی، با استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی ساده انتخاب شد. در ادامه نیز دو کلاس انتخاب و ۳۰ نفر در گروه کنترل و ۳۰ نفر در گروه آزمایش قرار گرفتند.

برای مطالعه مقدماتی و مبانی نظری و پژوهشی، ابتدا از فرم فیش‌برداری استفاده شد. ابزار دیگر جمع‌آوری اطلاعات در این پژوهش، آزمون پیشرفت تحصیلی محقق‌ساخته بود که با استفاده از اهداف کلی و جزئی آموزش علوم تجربی پایه دوم ابتدایی، و نیز عناصر و

حضور توسط پژوهشگران اجرا و گردآوری شد. نتایج و داده‌های جمع‌آوری شده در نرم‌افزار SPSS26 وارد شد. روش‌ها و تکنیک‌های آماری مورد استفاده در بخش توصیفی شامل میانگین، انحراف معیار و ضریب تغییرات؛ و در بخش استنباطی، تحلیل کوواریانس بود. نیز از آزمون کولموگروف اسمیرنوف برای بررسی مفروضه نرمال بودن متغیرها، و از آزمون ام‌باکس برای بررسی برابری کوواریانس بین گروه‌ها؛ و از آزمون لون برای بررسی برابری واریانس‌ها در چندین گروه مستقل، استفاده گردید.

یافته‌های پژوهش

- بررسی نرمال بودن متغیرهای پژوهش

در پژوهش حاضر از آزمون کولموگروف اسمیرنوف برای بررسی نرمال بودن داده‌های پژوهش استفاده و با توجه به فرضیات زیر نرمال بودن داده‌ها بررسی شد.

دانش‌آموزان در گروه کنترل و گروه آزمایش، موجب افزایش اعتبار درونی پژوهش شد. برای تأمین اعتبار بیرونی پژوهش، افراد آزمودنی در گروه آزمایش که شامل دانش‌آموزان پایه دوم ابتدایی هستند، از شرکت در این پژوهش و فرضیه‌های تحقیق آگاهی نداشتند. بنابراین تغییر رفتار به واسطه آگاهی از شرکت در پژوهش در آنان رخ نداد. برای دستیابی به روایی آزمون محقق‌ساخته از روش اعتباریابی صوری و محتوایی استفاده شد و با توزیع فرم آزمون پیشرفت تحصیلی بین ۱۲ استاد برنامه درسی در دانشگاه‌های شهر تهران، و ۱۵ معلم علوم پایه دوم، اعتبار آزمون سنجیده شد. همچنین برای تعیین پایایی ابزار، آزمون پیشرفت تحصیلی بین ۲۰ دانش‌آموز پایه دوم ابتدایی از نمونه آماری توزیع و از ضریب آلفای کرونباخ استفاده گردید که مقدار ۰/۸۲ بدست آمد. به جهت تأمین دقت، تمامی داده‌های مورد نیاز پژوهش برای اجرای آزمون پیشرفت تحصیلی بصورت

جدول ۱: آزمون نرمال بودن متغیرهای مورد بررسی

متغیر	حجم نمونه	آماره آزمون	سطح معنی‌داری	نتیجه
شیمی	60	0.۱۲۱	0.۱۲۲	نرمال است.
زمین‌شناسی	60	0.۱۱۱	0.۱۵۲	نرمال است.
فیزیک	60	0.۱۳۹	0.۲۶۹	نرمال است.
زیست‌شناسی	60	0.۱۰۴	0.۱۴۲	نرمال است.

جدول شماره ۱ نتایج آزمون نرمال بودن چهار متغیر شیمی، زمین‌شناسی، فیزیک و زیست‌شناسی را برای یک نمونه با حجم 60 واحد نشان می‌دهد. برای هر متغیر، آماره آزمون و سطح معنی‌داری محاسبه شده است. نتایج نشان می‌دهد که تمامی متغیرهای بررسی شده در این آزمون با سطح معنی‌داری بالاتر از 0.05، دارای توزیع نرمال هستند. به عبارت دیگر، مقادیر p-value برای

شیمی (0.122)، زمین‌شناسی (0.152)، فیزیک (0.269) و زیست‌شناسی (0.142) همگی از سطح معنی‌داری 0.05 بیشتر هستند، بنابراین فرضیه نرمال بودن داده‌ها برای این متغیرها پذیرفته می‌شود.

- یافته‌های توصیفی

جدول ۲. نتایج آزمون تی دو نمونه مستقل پیرامون آموزش دروس علوم با رویکرد استیم، و آموزش علوم به روش سنتی

وضعیت	دروس	گروه	تعداد	میانگین	انحراف	میانگین خطای	آماره	سطح معنی‌داری
پیش‌آزمون	شیمی	آزمایش	۳۰	3.400	1.71404	استاندارد	480	0.135
		کنترل	۳۰	4.1000	1.86344			
	زمین‌شناسی	آزمایش	۳۰	1.9333	1.28475		429	0.145
		کنترل	۳۰	2.4667	1.50249			
	فیزیک	آزمایش	۳۰	1.1667	0.87428		172	0.099
		کنترل	۳۰	1.5667	0.97143			
	زیست‌شناسی	آزمایش	۳۰	3.0333	1.29943		445	0.063
		کنترل	۳۰	3.7000	1.41787			
پس‌آزمون	شیمی	آزمایش	۳۰	9.0667	1.11211		341	0.000
		کنترل	۳۰	6.3333	1.29544			0
	زمین‌شناسی	آزمایش	۳۰	6.1333	1.00801		199	0.000
		کنترل	30	4.4000	1.24845			
	فیزیک	آزمایش	30	6.3667	0.76489		051	0.000
		کنترل	30	4.6000	1.10172			
	زیست‌شناسی	آزمایش	30	7.8333	1.05318		656	0.000
		کنترل	30	6.1333	1.19578			

با توجه به جدول شماره 2، نتایج آزمون تی دو نمونه مستقل نشان می‌دهد که نمره دانش‌آموزان در دروس علوم با موضوعات شیمی، زمین‌شناسی، فیزیک و زیست‌شناسی در آموزش با رویکرد استیم نسبت به روش سنتی متفاوت بوده است. به عبارتی در پیش‌آزمون بین دو گروه تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، اما در مرحله پس‌آزمون بین دو گروه تفاوت معنی‌دار بوده و میانگین نمرات گروه استیم به صورت معنی‌داری بیشتر از روش سنتی بود.

جدول 3. نتایج آزمون تی دو نمونه زوجی پیرامون وضعیت نمرات دروس در گروه آزمایش

سطح معنی‌داری	خطای معیار	انحراف معیار	تعداد	میانگین	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
0.000	0.31294	1.71404	30	3.4	پیش‌آزمون	شیمی
	0.20304	1.11211	30	9.0667	پس‌آزمون	
0.000	0.23456	1.28475	30	1.9333	پیش‌آزمون	زمین‌شناسی
	0.18404	1.00801	30	6.1333	پس‌آزمون	

.000	0.15962	0.87428	30	1.1667	پیش آزمون	فیزیک
	0.13965	0.76489	30	6.3667	پس آزمون	
.000	0.23724	1.29943	30	3.0333	پیش آزمون	زیست شناسی
	0.19228	1.05318	30	7.8333	پس آزمون	

با توجه به جدول شماره 3، نتایج آزمون تی دو نمونه زوجی نشان می‌دهد که نمرات دانش‌آموزان در دروس علوم با موضوعات شیمی، زمین‌شناسی، فیزیک و زیست‌شناسی که با رویکرد استیم آموزش دیدند در مرحله پس‌آزمون در گروه آزمایش متفاوت بوده است. به عبارتی در پس‌آزمون نمرات دروس در گروه استیم افزایش معنی‌داری داشته است، زیرا سطوح معنی‌داری بدست آمده کمتر از 0/05 می‌باشد.

جدول 4. نتایج آزمون تی دو نمونه زوجی پیرامون وضعیت نمرات دروس در گروه کنترل

میانگین	تعداد	انحراف معیار	خطای معیار	سطح معنی داری
پیش آزمون	30	1.86344	.34022	402.
پس آزمون	30	1.29544	.23651	
پیش آزمون	30	1.50249	.27432	526.
پس آزمون	30	1.24845	.22793	
پیش آزمون	30	.97143	.17736	101.
پس آزمون	30	1.10172	.20115	
پیش آزمون	30	1.41787	.25887	807.
پس آزمون	30	1.19578	.21832	

آمده بیشتر از 0/05 می‌باشد.

- یافته‌های استنباطی

فرضیه اول: در علوم پایه دوم ابتدایی، آموزش دروس با موضوع شیمی با رویکرد استیم نسبت به آموزش به روش سنتی اثربخش‌تر است.

با توجه به جدول شماره 4، نتایج آزمون تی دو نمونه زوجی نشان می‌دهد که نمرات دانش‌آموزان در دروس علوم با موضوع شیمی، زمین‌شناسی، فیزیک و زیست‌شناسی که با روش سنتی آموزش دیدند، در مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون یکسان بوده است. به عبارتی در روش سنتی در مرحله پس‌آزمون نمرات دروس افزایش معنی‌داری نداشته است؛ زیرا سطوح معنی‌داری به دست

جدول 5. آماره‌های توصیفی متغیر آموزش دروس با موضوع شیمی بر حسب گروه کنترل و آزمایش

تعداد	میانگین	انحراف معیار
30	9.0667	1.11211
30	6.3333	1.29544
60	7.7000	1.82543

زیر ارائه شده است.

پیش‌فرض همگنی واریانس‌های دو گروه کنترل و آزمایش، مورد بررسی قرار گرفت که نتایج آن در جدول

جدول 6. نتایج آزمون همگنی واریانس فرضیه اصلی

متغیر	آماره آزمون	درجه آزادی 1	درجه آزادی 2	سطح معنی داری
آموزش دروس با موضوع شیمی	0.030	1	58	0.863

در جدول شماره ۶، با توجه به سطح معنی داری (0/863) فرضیه صفر مبنی بر همگونی واریانس ها در دو گروه کنترل و آزمایش در سطح 5 درصد رد نمی گردد. در نتیجه فرضیه برابری واریانس ها تأیید می شود.

جدول 7. نتایج آنالیز کوواریانس فرضیه اصلی

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F	سطح معنی داری	اثر
مدل تصحیح شده	128.457a	2	64.229	53.726	0.000	0.653
اثر ثابت	469.948	1	469.948	393.103	0.000	0.873
پیش آزمون	16.391	1	16.391	13.711	0.000	0.194
گروه	124.824	1	124.824	104.413	0.000	0.647
خطا	68.143	57	1.195			
کل	3754.000	60				
کل تصحیح شده	196.600	59				

در جدول شماره ۷، ملاحظه می شود در پس آزمون بین نمرات دانش آموزان در گروه آزمایش (گروهی که با رویکرد استیم آموزش دیدند) با نمرات دانش آموزان در گروه کنترل (گروهی که با روش سنتی آموزش دیدند) تفاوت معنی داری وجود دارد (سطح معنی داری کمتر از 0/05). در نتیجه می توان دریافت دانش آموزانی که با رویکرد استیم آموزش دریافت می کنند، نسبت به دانش آموزانی که با روش سنتی می آموزند، نمرات بالاتری دارند. به طور کلی یافته ها نشان می دهند که مداخله آموزش استیم بر افزایش نمرات دانش آموزان (در درس علوم با موضوع شیمی) با اندازه اثر (0/۶۴۷) تأثیرگذار است.

فرضیه دوم: در علوم پایه دوم ابتدایی، آموزش دروس با موضوع زمین شناسی با رویکرد استیم نسبت به آموزش به روش سنتی اثربخش تر است.

جدول ۸. آماره های توصیفی آموزش دروس با موضوع زمین شناسی بر حسب گروه کنترل و آزمایش

تعداد	میانگین	انحراف معیار
رویکرد استیم	30	6.1333
روش سنتی	30	4.4000
کل	60	5.2667

پیش فرض همگنی واریانس های دو گروه کنترل و آزمایش مورد بررسی قرار گرفت که نتایج آن در جدول زیر ارائه شده است.

جدول ۹. نتایج آزمون همگنی واریانس فرضیه اصلی

متغیر	آماره آزمون	درجه آزادی 1	درجه آزادی 2	سطح معنی داری
زمین شناسی	284.	1	58	596.

در جدول شماره ۹، با توجه به سطح معنی داری (0/596) فرضیه صفر مبنی بر همگونی واریانس ها در دو گروه کنترل و آزمایش در سطح 5 درصد رد نمی شود. در نتیجه فرضیه برابری واریانس ها تأیید می گردد.

جدول ۱۰. نتایج آنالیز کوواریانس فرضیه اصلی

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F	سطح معنی داری	اثر
مدل تصحیح شده	51.821 ^a	2	25.910	21.747	.000	.433
اثر ثابت	376.760	1	376.760	316.219	.000	.847
پیش آزمون	6.754	1	6.754	5.669	.021	.090
گروه	50.201	1	50.201	42.134	.000	.425
خطا	67.913	57	1.191			
کل	1784.000	60				
کل تصحیح شده	119.733	59				

در جدول شماره ۱۰ ملاحظه می شود، در پس آزمون بین نمرات دانش آموزان در گروه آزمایش با نمرات دانش آموزان در گروه کنترل، تفاوت معنی داری وجود دارد (سطح معنی داری کمتر از 0/05). در نتیجه می توان دریافت، دانش آموزانی که با رویکرد استیم آموزش دریافت می کنند، نسبت به دانش آموزانی که به روش سنتی آموزش می بینند، نمرات بالاتری دارند. به طور کلی یافته ها نشان می دهند که مداخله آموزش استیم بر افزایش نمرات دانش آموزان (در درس علوم با موضوع زمین شناسی) با اندازه اثر (0/425) تأثیرگذار است.

فرضیه سوم: در علوم پایه دوم ابتدایی، آموزش دروس با موضوع فیزیک با رویکرد استیم نسبت به آموزش به روش سنتی اثربخش تر است.

جدول ۱۱. آماره های توصیفی آموزش دروس با موضوع فیزیک بر حسب گروه کنترل و آزمایش

تعداد	میانگین	انحراف معیار
30	6.3667	.76489
30	4.6000	1.10172
60	5.4833	1.29525

پیش فرض همگنی واریانس های دو گروه کنترل و آزمایش مورد بررسی قرار گرفت که نتایج آن در جدول زیر آورده شده است.

جدول ۱۲. نتایج آزمون همگنی واریانس فرضیه اصلی

آماره آزمون	درجه آزادی 1	درجه آزادی 2	سطح معنی داری
.463	1	58	.499

در جدول ۱۲ با توجه به سطح معنی داری جدول فوق (0/499) فرضیه صفر مبنی بر همگونی واریانس‌ها در دو گروه کنترل و آزمایش در سطح 5 درصد رد نمی‌گردد. در نتیجه فرضیه برابری واریانس‌ها تأیید می‌شود.

جدول ۱۳. نتایج آنالیز کوواریانس فرضیه اصلی

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F	سطح معنی داری	اثر
مدل تصحیح شده	52.628 ^a	2	26.314	32.357	.000	.532
اثر ثابت	462.579	1	462.579	568.805	.000	.909
پیش آزمون	5.812	1	5.812	7.146	.010	.111
گروه	51.848	1	51.848	63.754	.000	.528
خطا	46.355	57	.813			
کل	1903.000	60				
کل تصحیح شده	98.983	59				

در جدول شماره ۱۳ ملاحظه می‌شود، در پس آزمون بین نمرات دانش آموزان در گروه آزمایش با نمرات دانش آموزان در گروه کنترل، تفاوت معنی داری وجود دارد (سطح معنی داری کمتر از 0/05). در نتیجه می‌توان دریافت دانش آموزانی که آموزش با رویکرد استیم دریافت می‌کنند، نسبت به دانش آموزانی که با روش سنتی آموزش می‌بینند، نمرات بالاتری دارند. به طور کلی یافته‌ها نشان می‌دهد که مداخله آموزش استیم بر افزایش نمرات دانش آموزان (در درس علوم با موضوع فیزیک) با اندازه اثر (0/528) تأثیرگذار است.

فرضیه چهارم: در علوم پایه دوم ابتدایی، آموزش دروس با موضوع زیست‌شناسی با رویکرد استیم نسبت به آموزش به روش سنتی اثربخش تر است.

جدول ۱۴. آماره‌های توصیفی متغیر آموزش زیست‌شناسی بر حسب گروه کنترل و آزمایش

تعداد	میانگین	انحراف معیار
30	7.8333	1.05318
30	6.1333	1.19578
60	6.9833	1.40811

پیش فرض همگنی واریانس‌های دو گروه کنترل و آزمایش را مورد بررسی قرار گرفت که نتایج آن در جدول زیر آورده شده است.

جدول ۱۵. نتایج آزمون همگنی واریانس فرضیه اصلی

آماره آزمون	درجه آزادی 1	درجه آزادی 2	سطح معنی‌داری
.961	1	58	.331

در جدول شماره ۱۵ با توجه به سطح معنی‌داری (0/۳۳۱) فرضیه صفر مبنی بر همگونی واریانس‌ها در دو گروه کنترل و آزمایش در سطح 5 درصد رد نمی‌گردد. در نتیجه فرضیه برابری واریانس‌ها تأیید می‌شود.

جدول ۱۶. نتایج آنالیز کوواریانس فرضیه اصلی

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F	سطح معناداری	اثر
مدل تصحیح‌شده	50.852a	2	25.426	21.915	.000	.435
اثر ثابت	303.475	1	303.475	261.569	.000	.821
پیش‌آزمون	7.502	1	7.502	6.466	.014	.102
گروه	49.718	1	49.718	42.852	.000	.429
خطا	66.132	57	1.160			
کل	3043.000	60				
کل تصحیح‌شده	116.983	59				

در جدول شماره ۱۶ ملاحظه می‌شود، در پس‌آزمون بین نمرات دانش‌آموزان در گروه آزمایش با نمرات دانش‌آموزان در گروه کنترل، تفاوت معنی‌داری وجود دارد (سطح معنی‌داری کمتر از 0/05). در نتیجه می‌توان دریافت دانش‌آموزانی که آموزش با رویکرد استیم دریافت می‌کنند، نسبت به دیگر دانش‌آموزان که با روش سنتی آموزش می‌بینند، نمرات بالاتری دارند. به‌طور کلی یافته‌ها نشان می‌دهد که مداخله آموزش استیم بر نمرات دانش‌آموزان (در درس علوم با موضوع زیست‌شناسی) با اندازه اثر (0/429) تأثیرگذار است.

فرضیه اصلی: در علوم پایه دوم ابتدایی، آموزش دروس با رویکرد استیم نسبت به آموزش به روش سنتی اثربخش‌تر است.

جدول ۱۷. آماره‌های توصیفی متغیر آموزش دروس بر حسب گروه کنترل و آزمایش

انحراف معیار	میانگین	تعداد	آزمایش	کنترل	کل	زمین‌شناسی
1.11211	9.0667	۳۰	آزمایش	کنترل	کل	زمین‌شناسی
1.29544	6.3333	۳۰	آزمایش	کنترل	کل	زمین‌شناسی
1.82543	7.7000	۶۰	آزمایش	کنترل	کل	زمین‌شناسی
1.00801	6.1333	۳۰	آزمایش	کنترل	کل	زمین‌شناسی
1.24845	4.4000	۳۰	آزمایش	کنترل	کل	زمین‌شناسی
1.42456	5.2667	۶۰	آزمایش	کنترل	کل	زمین‌شناسی
.76489	6.3667	۳۰	آزمایش	کنترل	کل	زمین‌شناسی
1.10172	4.6000	۳۰	آزمایش	کنترل	کل	زمین‌شناسی

1.29525	5.4833	۶۰	کل	فیزیک
1.05318	7.8333	۳۰	آزمایش	زیست‌شناسی
1.19578	6.1333	۳۰	کنترل	
1.40811	6.9833	۶۰	کل	

پیش فرض همگنی واریانس‌های دو گروه کنترل و جدول زیر آورده شده است. آزمایش را مورد بررسی قرار گرفت که نتایج آن در

جدول ۱۸. نتایج آزمون همگنی واریانس فرضیه اصلی

Box's M	درجه آزادی 1	درجه آزادی 2	سطح معنی‌داری
9.106	۱۰۱	16082.869	.587

آزمون ام باکس برای بررسی برابری کواریانس بین گروه‌ها استفاده شد که معادل همگنی واریانس چندمتغیره می‌باشد. معمولاً اهمیت این آزمون در $\alpha=0.05$ تعیین می‌شود، زیرا این آزمون یک آزمون بسیار حساس تلقی می‌گردد. نتایج جدول فوق گویای آن است که کواریانس‌های متغیرهای پس‌آزمون در دو گروه با هم برابر بوده و با یکدیگر تفاوت معنی‌داری ندارند. از آزمون لون نیز برای بررسی برابری واریانس‌ها در چندین گروه مستقل استفاده گردید.

جدول ۱۹. آزمون لون برای بررسی واریانس‌ها

آماره F	درجه آزادی 1	درجه آزادی 2	سطح معنی‌داری	
.226	1	58	.636	شیمی
.008	1	58	.931	زمین‌شناسی
.848	1	58	.361	فیزیک
.723	1	58	.399	زیست‌شناسی

با توجه به سطح معنی‌داری جدول فوق فرضیه صفر مبنی بر همگونی واریانس‌ها در دو گروه کنترل و آزمایش در سطح ۵ درصد رد نمی‌گردد. در نتیجه فرضیه برابری واریانس‌ها تأیید می‌شود.

جدول ۲۰. نتایج آنالیز کوواریانس چندمتغیره فرضیه اصلی

مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F	سطح معنی‌داری	مقدار اثر	
116.930		116.930	93.768	0.000	0.635	شیمی
40.501	1	40.501	34.500	0.000	0.390	زمین‌شناسی
45.203	1	45.203	56.004	0.000	0.509	فیزیک
49.590	1	49.590	42.343	0.000	0.440	زیست‌شناسی
67.339	54	1.247				شیمی
63.391	54	1.174				زمین‌شناسی
43.586	54	0.807				فیزیک

زیست شناسی	63.243	54	1.171
شیمی	3754.000	60	
زمین شناسی	1784.000	60	
فیزیک	1903.000	60	
زیست شناسی	3043.000	60	
کل تصحیح شده	196.600	59	
شیمی	119.733	59	
زمین شناسی	98.983	59	
فیزیک	116.983	59	
زیست شناسی			

از آن است که؛ در علوم پایه دوم ابتدایی، دانش آموزان با مفاهیم اولیه شیمی آشنا می شوند. هدف از درس شیمی در علوم پایه دوم ابتدایی، ایجاد پایه و اساس قوی برای یادگیری بیشتر در مورد شیمی در سال های آینده است. با استفاده از تحلیل کواریانس داده ها، فرضیه اول بررسی شد و نتیجه آزمون پیشرفت تحصیلی نشان داد آموزش با رویکرد استیم در مقایسه با رویکرد سنتی، در یادگیری مفاهیم شیمی اثربخش تر است. یافته ها حاکی از آن است بین چهار حوزه موضوعی علوم تجربی، بیشترین اثربخشی استیم با مقدار اثر 0.635 در موضوع شیمی بود.

آموزش با رویکرد استیم موجب شد تا دانش آموزان گروه آزمایش، پیشرفت تحصیلی قابل توجهی در مقایسه با دانش آموزان گروه کنترل در درس هوای سالم و آب سالم با موضوع شیمی داشته باشند. دانش آموزان از طریق یادگیری یکپارچه و تلفیقی و بهره گیری از پنج عنصر علوم، فناوری، مهندسی، هنر و ریاضیات در یادگیری علوم تجربی توانستند قدرت خلاقیت خود را به واسطه توجه ویژه به هنر در این روش افزایش دهند؛ زیرا رویکرد استیم، فضایی مناسب برای شکوفایی خلاقیت دانش آموزان فراهم می کند. به علاوه آنان را تشویق به ایده پردازی، حل مسئله و ارائه راه حل های نوآورانه برای مسائل مختلف در زندگی واقعی می نماید. به عنوان مثال؛ معلم با استفاده از عنصر فناوری، انیمیشن و عکس هایی از آب و هوای سالم و ناسالم را برای دانش آموزان پخش کرد تا آنان علاوه بر مقایسه به درک عمیق تری از نقش

بر اساس نتایج جداول ارائه شده، رویکرد استیم بر نمرات دانش آموزان در درس مختلف علوم پایه دوم ابتدایی تأثیرات متفاوتی داشته است. در جدول شماره ۲۰ نتایج آنالیز کواریانس چندمتغیره فرضیه اصلی، مقدار اثر برای هر درس آمده است. بنابراین، به ترتیب تأثیرگذاری رویکرد استیم بر درس مختلف به شرح زیر است:

شیمی: بیشترین تأثیر با مقدار اثر 0.635

فیزیک: تأثیر قابل توجه با مقدار اثر 0.509

زیست شناسی: تأثیر متوسط با مقدار اثر 0.440

زمین شناسی: کمترین تأثیر با مقدار اثر 0.390

این نتایج نشان می دهد که آموزش با رویکرد استیم بیشترین تأثیر را بر نمرات دانش آموزان در درس علوم با موضوع شیمی؛ و کمترین تأثیر را بر نمرات درس علوم با موضوع زمین شناسی داشته است. در جدول شماره ۲۰، نتایج آزمون اثرات بین گروهی پس آزمون با برداشتن اثر پیش آزمون گزارش شده است که بین میانگین های دو گروه آزمایش و کنترل در میانگین نمرات دانش آموزان در درس علوم با موضوعات شیمی، زمین شناسی، فیزیک و زیست شناسی تفاوت معنی داری وجود دارد و میانگین نمرات درس علوم دانش آموزان در آموزش با رویکرد استیم بیشتر بوده است.

بحث و نتیجه گیری

تحلیل نتایج بدست آمده برای فرضیه اول پژوهش حاکی

رویکرد استیم، کلاس فعال و پویا بود و جریان کلاس از معلم محوری به سمت دانش آموز محوری تغییر کرد.

پژوهش حاضر با پژوهش Bassachs et al (2020) همسو است. نتایج این پژوهش نشان داد رویکرد استیم در درک قابل توجه از مفاهیم علمی و هنری و افزایش حس آمادگی، شایستگی و درک شیوه های همکاری مانند مسئولیت فردی و تعامل تأثیرگذار است. همچنین نتایج پژوهش حاضر با پژوهش Ozkan & Topsakal (2021) همسو است و نشان داد که آموزش استیم بر درک مفهومی دانش آموزان تأثیر مثبت گذاشته و تعداد تصورات نادرست را کاهش یا تغییر داده است. علاوه بر این، نمرات درک مفهومی گروه مورد مطالعه پس از آزمایش به طور قابل توجهی بالاتر از گروه کنترل بود.

تحلیل نتایج بدست آمده برای فرضیه دوم پژوهش حاکی از آن است که؛ در پایه دوم ابتدایی، دانش آموزان با مفاهیم اولیه زمین شناسی آشنا می شوند. هدف از این درس، ایجاد علاقه و کنجکاوی در مورد دنیای طبیعی و تشویق دانش آموزان به پرسش و کاوش در مورد زمین است. با استفاده از تحلیل کواریانس داده ها، این فرضیه بررسی شد و نتیجه آزمون پیشرفت تحصیلی نشان داد آموزش با رویکرد استیم در مقایسه با روش سنتی، در یادگیری مفاهیم زمین شناسی اثربخش تر است. یافته ها حاکی از آن است بین چهار حوزه موضوعی علوم تجربی، کمترین تأثیر استیم با مقدار اثر 0.390 در موضوع زمین شناسی بود.

آموزش با توجه به عناصر استیم موجب شد دانش آموزان گروه آزمایش، پیشرفت تحصیلی قابل توجهی در مقایسه با دانش آموزان گروه کنترل داشته باشند. به عنوان مثال در این درس معلم با استفاده از عنصر فناوری فیلمی در مورد بادهای شدید و طوفان به دانش آموزان نشان می دهد. فعالیت در منزل دانش آموزان نیز در فضای اینترنت است. دانش آموزان در مورد ساخت دستگاه هایی برای استفاده بهتر از باد ایده پردازی می کنند و به این صورت مهندسی وارد فرایند یادگیری می شود. همچنین دانش آموزان بحث گروهی انجام داده و نتایج آن

انسان در مسئله آلودگی آب و هوا دست پیدا کنند. همچنین دانش آموزان در خصوص ساختار محیط زندگی و تعداد سطل های زباله در محیط شهری و طبیعی صحبت می کنند تا مهندسی و ریاضیات نیز وارد فضای آموزشی شود. به علاوه دانش آموزان در خصوص رفع آلودگی محیط زیست، ایده پردازی کرده و ایده های خود را با استفاده از هنر و خلاقیت به صورت نمایش به اجرا درمی آورند. در نتیجه اجرای رویکرد آموزشی استیم، دانش آموزان گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل، درک عمیق تر و مفصل تری از مفاهیم علمی پیدا کردند. معلمان با استفاده از رویکرد آموزشی استیم می توانند محیطی برای بیان نظرات و پرورش ایده های دانش آموزان و حل مشکلات جهان امروز مثل آلودگی محیط زیست و تغییراتی که انسان ها در آب و هوای پاک ایجاد کرده اند، فراهم نمایند. در واقع در این رویکرد دانش آموزان بجای پذیرش صرف اطلاعات، به تحلیل و بررسی اطلاعات پرداخته و برای حل مسائل مختلف اقدام کردند.

بر اساس یافته های پژوهش حاضر، در آموزش با روش سنتی، دانش آموزان صرفاً دریافت کننده اطلاعات بودند و فرصتی جهت تفکر و ارائه پاسخ های متنوع و ایده پردازی و حل مسئله نداشتند. در نتیجه قدرت اندیشه و خلاقیت و بیان ایده در آنان تقویت نمی شد. لازم به ذکر است؛ دانش آموزان گروه کنترل، در ایده پردازی برای حل مسئله آلودگی آب و هوا موفق نبودند و پاسخ های آنان محدود به مباحث و مشاهدات آن ها از کتاب بود. آنان در درک مفاهیم علمی بخصوص در مباحث پیچیده تر با چالش مواجه می شدند. روش سنتی بر حفظ و بازگو کردن اطلاعات متمرکز بود و کمتر به تفکر انتقادی و تحلیل عمیق مفاهیم می پرداخت. همچنین در روش سنتی، بیشتر به فعالیت های فردی تأکید می شد و فرصت های کمتری برای کارگروهی و همکاری بین دانش آموزان وجود داشت. باید افزود کلاسی که عمدتاً بر حفظیات و ارائه محتوای درس توسط معلم متمرکز بود، برای دانش آموزان خسته کننده بوده و موجب کاهش انگیزه شان برای یادگیری شد. در صورتی که با استفاده از

یادگیری دانش‌آموزان را افزایش داده و فرصت‌هایی را برای استفاده از دانش در موقعیت‌های زندگی واقعی و تحریک تفکر خلاق و توانایی‌های حل مسئله در اختیار آنها قرار دهد.

تحلیل نتایج بدست آمده برای فرضیه سوم پژوهش حاکی از آن است که؛ در علوم پایه دوم ابتدایی، دانش‌آموزان به‌طور رسمی با مفاهیم فیزیک آشنا نمی‌شوند. با این حال، پایه و اساس بسیاری از مفاهیم فیزیکی در این دوره از طریق کاوش در دنیای اطرافشان بنا نهاده می‌شود. با استفاده از تحلیل کواریانس داده‌ها، این فرضیه بررسی شد و نتیجه آزمون پیشرفت تحصیلی نشان داد آموزش با رویکرد استیم در مقایسه با روش سنتی، در یادگیری مفاهیم فیزیک اثربخش‌تر است. یافته‌ها حاکی از آن است بین چهار حوزه موضوعی علوم تجربی، رویکرد استیم بر موضوع فیزیک اثربخشی قابل توجهی با مقدار اثر 0.509 داشت.

آموزش با توجه به عناصر رویکرد استیم موجب شد تا دانش‌آموزان گروه آزمایش، پیشرفت تحصیلی محسوسی در مقایسه با دانش‌آموزان گروه کنترل داشته باشند. به عنوان مثال؛ دانش‌آموزان در این روش با استفاده از تماشای فیلم در مورد مسئله ترافیک و آمبولانس از عنصر فناوری استفاده کردند. آن‌ها در خصوص تغییر شکل خیابان‌ها، تغییر شکل آمبولانس و بازنگری در مورد تعداد آمبولانس‌ها در شهرها بحث کردند و از علم مهندسی و ریاضیات استفاده کردند. همچنین آنان طرح‌های خود را با استفاده از عنصر هنر به اجرا درآورده و نقاشی کردند. به عنوان فعالیت خارج از مدرسه نیز دانش‌آموزان با استفاده از نرم‌افزار اسکراچ جونیور (Scratch Jr) طرح‌های خود را در فضای الکترونیکی به اجرا درآوردند. در حقیقت دانش‌آموزان از طریق آموزش با رویکرد استیم که ابتکاری آموزشی و مطابق با اصول سازنده‌گرایی است، در محیطی روان و پویا یاد می‌گیرند. در این روش مطالب و علوم مختلف، داری انسجام و هماهنگی است و وجود هنر در کنار سایر علوم، موجب تقویت حس زیبایی‌شناختی شده و در نتیجه حضور

را با عنصر هنر، به صورت نقاشی ارائه می‌دهند. به عبارتی دانش‌آموزان با رویکرد آموزشی استیم، از طریق قرار گرفتن در گروه‌ها، همکاری و ارتباط با معلم و همسالان، عمیق و معنادار یاد می‌گیرند. رویکرد استیم همواره فرصت‌هایی برای کاوش، تقویت روحیه پرسشگری و فعالیت‌های علمی ایجاد می‌کند و به دانش‌آموزان کمک می‌کند تا علاوه بر درک بهتر مفاهیم، مهارت حل مسئله نیز در آنان تقویت شود. زیرا استیم با قابلیت‌هایی که در زمینه حل مسئله ایجاد می‌کند، دانش‌آموزان را به تفکر وامی‌دارد و با طرح پرسش‌های اساسی و قرار دادن دانش‌آموزان در موقعیت‌های متعدد برای حل مسائل واقعی و ارائه راهکارها و ایده‌های متنوع، آنان را به سوی تفکر خلاق سوق می‌دهد. رویکرد استیم با توجه ویژه به استدلال منطقی، دانش‌آموزان را به پرسشگری، بحث و گفتگو تشویق می‌کند که این امر تفکر انتقادی آنان را تقویت می‌نماید. لازم به ذکر است رویکرد استیم با ایجاد فضایی جذاب و پویا، انگیزه و علاقه دانش‌آموزان را به یادگیری علوم افزایش داد. در صورتی که یافته‌های این پژوهش نشان داد، دانش‌آموزان گروه کنترل که به روش سنتی آموزش دیدند، به حل مسئله بی‌توجه بودند؛ در نتیجه این مهارت مهم و اساسی در آنان تقویت نشد. همچنین آن‌ها در پاسخ به سؤالاتی که نیازمند تفکر عمیق و ایده‌پردازی بود، موفق نبودند و پاسخ‌های آنان معطوف به متن و تصاویر کتاب بود و ایده‌ای فراتر از آن نداشتند. آموزش با روش سنتی موجب یادگیری انفعالی و در نهایت کاهش انگیزه دانش‌آموزان گردید. همچنین دانش‌آموزان گروه کنترل علاقه چندانی به حضور فعال در کلاس‌های علوم نداشتند.

نتایج پژوهش حاضر با پژوهش Hwang, Lu & Chang (2018) همسو است. نتایج پژوهش مذکور نشان داد دوره طراحی شده استیم می‌تواند خودکارآمدی و عملکرد یادگیری دانش‌آموزان را بهبود بخشد. همچنین نتایج پژوهش حاضر با پژوهش Junior & de Sousa (2023) همسو است. نتایج پژوهش آنها نشان داد پروژه‌های استیم و ادغام رشته‌ها می‌تواند تجارب

آموزش داده می‌شود و پایه‌ای برای آموزش‌های بعدی ایجاد می‌نماید. با استفاده از تحلیل کواریانس داده‌ها، این فرضیه تأیید شد و نتیجه آزمون پیشرفت تحصیلی نشان داد آموزش با رویکرد استیم در مقایسه با روش سنتی، در یادگیری مفاهیم زیست‌شناسی اثربخش‌تر است. یافته‌ها حاکی از آن است بین چهار حوزه موضوعی علوم تجربی، رویکرد استیم بر موضوع زیست‌شناسی اثربخشی متوسط با مقدار اثر 0.440 دارد.

آموزش با توجه به دیسپلین‌های استیم موجب شد تا دانش‌آموزان گروه آزمایش، پیشرفت تحصیلی قابل توجهی در مقایسه با دانش‌آموزان گروه کنترل داشته باشند. چراکه استیم، رویکردی فعال و نوآورانه است که می‌تواند با توجه بر ایده‌پردازی و حل مسئله، مسیر رشد و پیشرفت سرمایه انسانی را فراهم نماید. همچنین با فعالیت‌های متنوع می‌تواند دانش‌آموزان را تبدیل به یادگیرندگان مادام‌العمر نماید. بعلاوه استیم با طبیعت کنجکاوانه کودکان و دانش‌آموزان همسو است، همین امر سبب می‌شود دانش‌آموزان در کلاس درس استیم مشتاقانه و فعالانه عمل نمایند. نیز استیم می‌تواند با کارکردهای ویژه‌ای که دارد، مهارت‌های کارآفرینانه را در دانش‌آموزان تقویت نماید. به عنوان مثال بعضی دانش‌آموزان در کلاس استیم به کاشت و پرورش گیاهان علاقمند شدند و ممکن است در آینده این شغل را ادامه دهند. همچنین در کلاس‌های استیم، یادگیری شناختی و عاطفی دانش‌آموزان نیز تقویت می‌گردد. دانش‌آموزان از طریق مراقبت طولانی‌مدت از یک گیاه، و مشاهده مراحل رشد آن؛ به ارزش گیاه پی‌برده و با علاقمندی و احساس مسئولیت از محیط زیست مراقبت می‌کنند. در این کلاس‌ها به تفاوت‌های فردی دانش‌آموزان توجه می‌شود، آنان فعالیت‌هایی را انجام می‌دادند که به آن علاقمند هستند. در صورتی که دانش‌آموزان در گروه کنترل، بدون توجه به نیازها، علایق و تفاوت‌ها، صرفاً دریافت‌کننده محتوایی بودند که معلم آن را ارائه می‌کرد و میان محتوا و مسائل روز و مهارت‌های کاربردی ارتباط چندانی برقرار نمی‌شد.

دانش‌آموز در محیط کلاس استیم، موجب تقویت مهارت تفکر خلاق، تفکر انتقادی و حل مسئله می‌شود. همچنین کمک نمود تا آنان برای زندگی در دنیای پیچیده و سرشار از مسئله امروز، آمادگی کسب کرده و منطقی‌تر عمل کنند و راه‌حل‌های متنوعی برای حل مشکلات بیابند. دانش‌آموزان از طریق آموزش با این رویکرد نوآورانه، علاقه بیشتری به مدرسه، و کلاس‌های درس علوم پیدا کردند. همچنین به دلیل ماهیت تلفیقی این رویکرد، علاقه و مهارت دانش‌آموزان در دروس دیگر مانند هنر نیز تقویت شد. یافته‌های این پژوهش نشان داد، دانش‌آموزان گروه کنترل بی‌توجه به امر یادگیری بوده، صرفاً اطلاعات را در حد کسب دانش، حفظ می‌کردند و از مشارکت خود یادگیرنده در فرآیند یادگیری، غفلت می‌شد. به عنوان مثال دانش‌آموزان گروه کنترل فرصتی برای ارائه نظرات خود و استفاده از هنر و خلاقیت نداشته و مطالب دریافت شده توسط معلم را بازگو می‌کردند و تنوعی در ایده‌ها و نظرات آنان در این مبحث مشاهده نمی‌شد.

نتایج پژوهش حاضر با پژوهش (Zarei (2022 همسو است. بر اساس یافته‌ها چنین نتیجه‌گیری شد که مواد درسی استیم‌محور موجب افزایش خلاقیت، توانایی حل مسئله، نگرش مثبت به درس علوم تجربی، انگیزش پیشرفت تحصیلی، بهبود عملکرد تحصیلی و افزایش تعاملات میان‌فردی شد. همچنین پژوهش Gulandon (2023) نشان داد رویکرد استیم طرز فکر دانش‌آموزان را در مورد آموزش و یادگیری تغییر می‌دهد. با تمرکز بر مهارت‌های عملی؛ دانش‌آموزان توانایی‌های تفکر، خلاقیت و انعطاف‌پذیری خود را توسعه می‌دهند و یاد می‌گیرند که با دیگران همکاری کنند. تجزیه و تحلیل ارائه‌شده در پژوهش نشان داد که در فرآیند آموزشی استیم، دانش‌نظری و دانش عملی در یک سطح یکسان قرار می‌گیرند. یعنی دانش‌آموزان دانش را بدست می‌آورند و بلافاصله یاد می‌گیرند که از آن استفاده کنند. تحلیل نتایج بدست آمده برای فرضیه **چهارم** حاکی از آن است که مباحث مربوط به زیست‌شناسی در قالب درس علوم تجربی به دانش‌آموزان پایه دوم ابتدایی

در واقع در کلاس درس استیم، یک محیط انعطاف‌پذیر برای یادگیری دانش‌آموزان فراهم می‌شود، مرز بین رشته‌ها و دروس مدرسه‌ای تا حدی از بین می‌رود و دانش‌آموزان با استفاده از دیسپلین‌های استیم «علوم، فناوری، مهندسی، هنر و ریاضیات»، یکپارچه و تلفیقی یاد می‌گیرند. این محیط یادگیری از معلم‌محوری به سمت دانش‌آموز‌محوری حرکت می‌کند. به علایق و تفاوت‌های فردی دانش‌آموزان در کلاس استیم توجه می‌شود و این امر موجب می‌شود تا دانش‌آموزان در کلاس‌های استیم با آرامش یاد بگیرند و دچار اضطراب نشوند. روش‌های ارزشیابی در استیم نیز با ارزشیابی سنتی متفاوت است. ارزشیابی استیم در خدمت یادگیری است و به صورت فرآیندی، خودسنجی و همسال‌سنجی صورت می‌گیرد. کلاس‌های مبتنی بر استیم، با نگاهی تلفیقی به علوم موجب می‌شود تا دانش‌آموزان بصورت یکپارچه برای دانش‌آموزان ساخته شود. لازمه استفاده از رویکرد استیم در کلاس‌های درس، اطلاعات کافی معلم در مورد این روش، شیوه تلفیق علوم و مدیریت اثربخش کلاس درس است. معلمانی که توانایی و اطلاعات کافی برای اجرای این روش را نداشته باشند، نمی‌توانند بصورت اثربخش عمل نمایند. در نتیجه دانش‌آموزان دچار سردرگمی شده و نمی‌توانند با این روش تدریس ارتباط برقرار نمایند. کلاس‌های درس مبتنی بر رویکرد آموزشی استیم، نیازمند فعالیت گسترده دانش‌آموزان و کارگروهی و همکاری اثربخش است. اگر دانش‌آموز نتواند فعالانه عمل نماید، یادگیری آنان نیز با اختلال مواجه خواهد شد. استفاده از رویکرد آموزشی استیم موجب می‌شود تا کلاس درس از معلم‌محوری به سوی دانش‌آموز‌محوری در جریان باشد. در مجموع بر اساس تحلیل یافته‌های پژوهش حاضر می‌توان گفت آموزش علوم تجربی با رویکرد استیم، بر پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان بسیار مؤثر است. در یادگیری با رویکرد استیم دانش‌آموز می‌تواند بدون نگرانی فعالیت کند و به یادگیرنده‌ای منفعل و صرفاً شنونده نباشد. آنها می‌توانند مجموعه فعالیت‌هایی را انجام دهند که به آن علاقه دارند، هنر را

نتایج پژوهش حاضر با پژوهش Kang (2019) همسو است. وی در تحلیل نتایج این پژوهش، نشان داد که یادگیری با استیم در یادگیری شناختی و یادگیری عاطفی اثربخش بوده است، البته تأثیر در حوزه‌های عاطفی بیشتر بود. همچنین نتایج پژوهش Ebrahimian & Kazempour (2021) نشان داد که در تفکر انتقادی بین گروه کنترل و آزمایش تفاوت معنادار وجود دارد و در احساس تعلق به مدرسه نیز بین گروه کنترل و آزمایش تفاوت معنادار وجود دارد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که آموزش مبتنی بر استیم بر ارتقاء تفکر انتقادی و احساس تعلق به مدرسه دانش‌آموزان تأثیرگذار است؛ در نتیجه این پژوهش نیز با یافته‌های پژوهش حاضر همسو است.

با توجه به نتایج بررسی هر یک از فرضیه‌ها و با تمرکز بر فرضیه اصلی، می‌توان چنین نتیجه گرفت که آموزش علوم پایه دوم ابتدایی با رویکرد استیم نسبت به روش سنتی اثربخش‌تر است. بنابراین از آنجا که روش استیم یکی از روش‌های نوین و فعال تدریس است، بهتر است معلمان بخصوص معلمان دوره ابتدایی از این روش تدریس در آموزش علوم استفاده نمایند تا موجب یادگیری عمیق و مادام‌العمر و تقویت مهارت‌های تفکر مثل تفکر انتقادی، تفکر خلاق و حل مسئله شود. چرا که این دوره، پایه آموزش و اولین و مهم‌ترین مرحله از زندگی تحصیلی هر فرد است. در واقع دوره ابتدایی، اساس یادگیری و رشد کودک را شکل می‌دهد و تأثیر بسزایی بر آینده تحصیلی و شخصیتی او دارد. در این دوره، شخصیت، عادات و رفتارهای کودک شکل می‌گیرد. علاوه بر این مهارت‌های خواندن، نوشتن، حساب کردن و تفکر منطقی در این دوره آموخته می‌شود. موفقیت در این دوره، اعتماد به نفس کودک را تقویت می‌کند و یادگیری‌های این دوره، پایه و اساس یادگیری در دوره‌های بالاتر است. بنابراین اگر مهارت‌های پایه تفکر در دانش‌آموز ابتدایی ایجاد و تقویت شود، می‌توان انتظار موفقیت‌های فردی و تحصیلی بیشتری از او در سال‌های آینده داشت.

- report of the results of the 2019 Thames preliminary stage.
- Tadzi, Kobri (2024). The effect of in-service training on teachers' efficiency. *Strategic research in education*, 10(1), 341-358.
- ElSayary, A. (2021). Teaching and Assessing Creativity in STEAM Education, *Proceedings of the 12th International Conference on Society and Information Technologies*. Zayed University, Abu Dhabi. United Arab Emirates, 9(15), 1-7.
- Ghasemian, Yunus (2023). Exhaustion of experimental science teaching methods and its replacement solutions. *Quarterly Journal of Research in Chemistry Education*, 4(15), 108-120.
- Granovskiy, B. (2018). *Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: An Overview*. CRS Report R45223, Version 4. Updated. Congressional Research Service.
- Hwang, J. P., Lu, C. Y., & Chang, M. Y. (2018). *The Effect of STEAM Course Applied to Science Education on Learners' Self-Efficacy*. In *Innovative Technologies and Learning: First International Conference, Portoroz, Slovenia, Proceedings 1* (pp. 282-287). Springer International Publishing.
- Jafarabadi Javdikalateh, Tahira; Mehram, Behrouz; Jahangard, Fatemeh (2017). Challenges in teaching experimental sciences. *National conference of new achievements of the world in education, psychology, law and social cultural studies*.
- Jafari Harandi, Reza (2023). Designing a revision model for elementary science curriculum based on Fulen's deep learning perspective: a synthesis study. *Research Quarterly in Curriculum Planning*, 20(76), 142-199.
- Jurayeva, Gulandon (2023). The STEAM Educational System and Its Effect on Educational Efficiency in Primary School Classes. *International Journal of Research and Development (IJRD)*, 8(4), 348-350.
- در یادگیری بکار بندند و نقش مؤثری در کلاس و گروه‌های یادگیری داشته باشند.
- ### منابع
- Afshari, Majid (2022). Learning cycle approach in science education. *Research Quarterly in Experimental Science Education*, 2(6), 20-12.
- Anitha, V. & Bharathi, V. (2023). Steam Education-a Multidimensional Approach to Foster Creativity and Innovation among 21st Century Learners. *Revolutionizing Learning for the Future*, 241-244.
- Asghari Asalsardroud, Maryam; Melkiavarsin, Sadegh; Baqaei, Hossein; Yarihaj Atalo, Jahangir (2022). Studying the characteristics of the elements of science education curriculum based on the STEAM method. *Educational Innovations Scientific Quarterly*, 21(4), 105-132.
- Arpaci, I., Dogru, M. S., Kanj, H., Ali, N., & Bahari, M. (2023). An Experimental Study on the Implementation of a STEAM-Based Learning Module, *Science Education. Sustainability*, 15(8), 1-12.
- Bassachs, M., Cañabate, D., Nogué, L., Serra, T., Bubnys, R. & Colomer, J. (2020). Fostering Critical Reflection in Primary Education through STEAM Approaches. *Education sciences*, 10(12), 14-1.
- Bertrand, M. G., & Namukasa, I. N. (2020). STEAM Education: Student Learning and Transferable Skills. *Journal of Research in Innovative Teaching & Learning*, 13(1), 43-56.
- DeJarnette, N. K. (2018). Implementing STEAM in the early childhood classroom. *European Journal of STEM Education*. 3(3), 18-33.
- Ebrahimian, Razia; Kazempour, Ismail (2021). The effect of education on Steam on critical and emotional thinking in school, *6th National Conference on New Researches in Education*, Mahmudabad.
- Educational Research Institute (2018). *A brief*

- elementary school in terms of the amount of attention to environmental components. *Research Quarterly in Experimental Science Education*, 1(4), 65-86.
- Naqdi, Homira; Soleimani, Adel (2022). Examining the study approach on facilitating learning; Case study: lesson (a leaf from the history of the earth) of the book of elementary experimental sciences. *Quarterly Journal of Interdisciplinary Studies in Education*, 1(1), 103-123.
- Nikan, Mahmoud; Khosravi, Maleeha; Shirvani, Behnam (2023). Effectiveness of teaching steam method and academic motivation in sixth grade mathematics lesson of male students of Gonbad Kavus city. *The 9th National Conference of Modern Studies and Researches in the Field of Educational Sciences, Psychology and Counselling in Iran*, Tehran.
- Okwara, V. U., & Pretorius, J. P. H. (2023). The STEAM vs. STEM Educational Approach: The Significance of the Application of the Arts in Science Teaching for Learners' Attitude Change. *Journal of Culture and Values in Education*, 6(2), 18-33.
- Ozkan, G., & Umdü Topsakal, U. (2021). Investigating the Effectiveness of STEAM Education on Students' Conceptual Understanding of Force and Energy Topics. *Research in Science & Technological Education*, 39(4), 441-460.
- Pardayeva, Gulbahor Jalgashevna & Mukhtarova, Lobar Abdimannabovna (2023). Pedagogical Possibilities of Teaching Natural Sciences Based on STEAM Technology. *World Bulletin of Social Sciences*, (21), 109-111.
- Todar, Sidersol (2019). Analysis of the content of the science book, based on the Montessori educational model (case of the ninth grade of the first secondary school). *Education Management and Perspectives*, 2(4 (serial 6)), 101-118.
- Sajjadi, Sidhdayt (2019). Scientology and science Junior, S. L. S., & de Sousa, R. R. A. (2023). The Importance of STEAM Education in Training Future Professionals. *Revista Dialogo e Interacao*, 17(1), 395-427.
- Kang, N. H. (2019). A Review of the Effect of integrated STEM or STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) Education in South Korea. *Asia-Pacific Science Education*, 5(1), 1-22.
- Khine, M., & Areepattamannil, S. (2019). *Steam Education*. Springer.
- Kim, H., & Chae, D. H. (2016). The Development and Application of a STEAM Program Based on Traditional Korean Culture. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(7), 1925-1936.
- Kozulin, A. (2004). Vygotsky's theory in the classroom: Introduction. *European Journal of Psychology of Education*, 3-7.
- Leavy, A., Dick, L., Meletiou-Mavrotheris, M., Paparistodemou, E., & Stylianou, E. (2023). The Prevalence and Use of Emerging Technologies in STEAM Education: A Systematic Review of the Literature. *Journal of Computer Assisted Learning*. (39), 1061-1082.
- Liu, C. Y., Wu, C. J., Chien, Y. H., Tzeng, S. Y., & Kuo, H. C. (2023). Examining the Quality of Art in STEAM Learning Activities. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 17(3), 382-396.
- Maleki, Mehdi; Liaqtdar, Mohammad Javad; Nili, Mohammad Reza (2019). A phenomenological study on determining the basic skills of work and technology curriculum. *Scientific Journal of Education Technology*, 14(54), 369-381.
- Mirzakhani, Majid; Fazli, Marzieh (2023). Comparative study of experimental science course in Iran and selected countries (England and Japan). *Research Quarterly in Experimental Science Education*, 2(8), 1-21.
- Mohammadi, Mehtab (2022). Content analysis of experimental science textbooks of the second

- Zarei, Mojtabi (2022). *The effectiveness of reverse education on the motivation and academic engagement and divergent thinking of students in the fourth-grade science lesson of Morovdasht primary school*. Master's thesis. Payam Noor University, Fars Province, Khorameh branch.
- Zarin, Azam; Yadgarzadeh, Gholamreza; Khosravi, Mahbobe; Kadri, Mustafa; Khorsandi Taskoh, Ali (2022). Identifying the characteristics and components of the higher education curriculum in the era of the fourth industrial revolution. *Higher Education Curriculum Studies*, 13(25), 271-293.
- education: a theoretical framework in applying the history and philosophy of science in teaching experimental sciences. *Education Quarterly*, 37(2), 7-26.
- Supreme Council of Education (2019). *National Curriculum of the Islamic Republic of Iran*, Tehran: Ministry of Education.
- Zarei, Morteza; Zainalipour, Hossein and Samavi, Seyyed Abd al-Wahhab (2022). Designing a steam-oriented educational package based on the design thinking model and investigating its effectiveness on sixth grade elementary students. *Iranian Curriculum Studies Quarterly*, 18(68), 223-246.