

The effect of educational design based on the STEM approach on increasing problem-solving skills of sixth grade elementary school students

Mohammad reza Zainal Narjeh¹, Mohsen Roshanian Ramin² 

¹ Master's student in Educational Technology, Allameh Tabatabaee University, Tehran, Iran
(Corresponding author) mrzn.6122@gmail.com

² Faculty member, Educational Technology Department, Faculty of Psychology and Educational Sciences, Allameh Tabatabaee University, Tehran mohsen.roshanian@atu.ac.ir

Abstract

The aim of this study was to investigate the effect of educational design based on the STEM approach on increasing the problem-solving skills of sixth grade elementary school students in Takestan County. This study was conducted using a quasi-experimental method using pre-test and post-test and experimental and control groups. The statistical population of the study was all sixth grade elementary school male students in Takestan County, of whom 60 were randomly assigned to two experimental and control groups. The experimental group underwent training based on the STEM approach that included real problems, problem-based and participatory activities, while the control group received only regular classroom training. The measurement tool of this study was the Problem Solving Ability Questionnaire designed by Mohammadi and Sahebi in 2001. The collected data were analyzed using SPSS software and descriptive and inferential statistical tests. The results showed that the experimental group significantly improved in post-test scores compared to the control group ($p < 0.001$). Analysis of covariance (ANCOVA) showed that STEM-based education has a positive and significant effect on increasing students' problem-solving skills. The results of this study emphasize that using the STEM approach in education, especially in elementary schools, can help improve students' problem-solving, critical thinking, and innovation skills. Finally, it is suggested that schools implement STEM-based educational programs more widely so that students can improve their abilities in solving real-world problems through experiential and problem-based learning.

Keywords: Instructional design, STEM approach, problem-solving skills, problem-based learning, elementary school.

Received: 2025/01/19 ; Accepted: 2025/04/06 ; Published online: 2025/06/20

Publisher: Qom Islamic Azad University

Article type: Research Article © The Author(s).



رویکرد STEM، پلی به سوی تفکر حل مسئله در دانش آموزان دوره ابتدایی

محمدرضا زینل نرجه^۱، محسن روشنیان رامین^۲

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد تکنولوژی آموزشی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران (نویسنده مسئول) mrzn.6122@gmail.com

^۲ گروه تکنولوژی آموزشی دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، دانشگاه علامه طباطبائی تهران، ایران roshanian@atu.ac.ir

چکیده

هدف از این پژوهش بررسی تأثیر طراحی آموزشی بر اساس رویکرد STEM بر افزایش مهارت حل مسئله دانش آموزان ششم ابتدایی شهرستان تاکستان بود. این تحقیق به روش شبه آزمایشی با استفاده از پیش آزمون و پس آزمون و گروه های آزمایش و کنترل انجام شد. جامعه آماری پژوهش، کلیه دانش آموزان پسر ششم ابتدایی شهرستان تاکستان بودند که از میان آن ها ۶۰ نفر به طور تصادفی در دو گروه آزمایش و کنترل قرار گرفتند. گروه آزمایش تحت آموزش هایی مبتنی بر رویکرد STEM قرار گرفتند که شامل مسائل واقعی، فعالیت های مسئله محور و مشارکتی بود، در حالی که گروه کنترل تنها آموزش های معمول کلاسی را دریافت کرد. ابزار اندازه گیری این تحقیق، پرسش نامه توانایی حل مسئله بود که در سال ۱۳۸۰ توسط محمدی و صاحبی طراحی شده است. داده های گردآوری شده با استفاده از نرم افزار SPSS و آزمون های آماری توصیفی و استنباطی تحلیل شدند. نتایج نشان داد که گروه آزمایش در مقایسه با گروه کنترل در نمرات پس آزمون به طور معناداری پیشرفت کرده است ($p < 0/001$) تحلیل کوواریانس (ANCOVA) نشان داد که آموزش مبتنی بر رویکرد STEM تأثیر مثبت و معناداری بر افزایش مهارت های حل مسئله دانش آموزان دارد. نتایج این پژوهش تأکید می کند که استفاده از رویکرد STEM در آموزش، به ویژه در مقاطع ابتدایی، می تواند به بهبود مهارت های حل مسئله، تفکر انتقادی و نوآوری در دانش آموزان کمک کند. در نهایت، پیشنهاد می شود که مدارس برنامه های آموزشی مبتنی بر STEM را به طور گسترده تری اجرا کنند تا دانش آموزان بتوانند از طریق یادگیری تجربی و مسئله محور، توانمندی های خود را در حل مسائل دنیای واقعی ارتقا دهند.

کلیدواژه ها: طراحی آموزشی، رویکرد STEM، مهارت حل مسئله، آموزش مسئله محور، مقطع ابتدایی.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۳۰؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۱/۱۷؛ تاریخ انتشار آنلاین: ۱۴۰۴/۰۳/۳۰

© نویسندگان.

نوع مقاله: پژوهشی

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی واحد قم



۱. مقدمه

آموزش و پرورش به عنوان یکی از ارکان کلیدی در توسعه فردی و اجتماعی انسان‌ها، همواره در تلاش است تا روش‌های مؤثری برای ارتقای مهارت‌های مختلف دانش‌آموزان، به‌ویژه مهارت‌های حل مسئله، پیدا کند. حل مسئله یکی از مهم‌ترین توانایی‌های شناختی است که تأثیر زیادی بر توانایی‌های علمی، اجتماعی و شغلی افراد دارد (Ginsburg, 2019). مهارت حل مسئله نه تنها برای موفقیت در محیط‌های آموزشی، بلکه برای مواجهه با چالش‌های زندگی روزمره ضروری است (Beichner, 2014). به همین دلیل، استفاده از روش‌های نوین آموزشی برای تقویت این مهارت‌ها در مقاطع ابتدایی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در سال‌های اخیر، رویکردهای نوین آموزشی به‌ویژه STEM (علم، فناوری، مهندسی و ریاضیات) در حوزه‌های مختلف آموزش و پرورش مطرح شده‌اند. STEM یک رویکرد یکپارچه است که به دانش‌آموزان این امکان را می‌دهد که مفاهیم علمی و فنی را در قالب پروژه‌های عملی و مبتنی بر تحقیق بیاموزند و به طور خاص بر ارتقای مهارت‌های حل مسئله و تفکر انتقادی تأکید دارد (Beers, 2011). در این رویکرد، چهار حوزه علمی (علم، فناوری، مهندسی و ریاضیات) به طور هم‌زمان و در تعامل با یکدیگر آموزش داده می‌شوند تا دانش‌آموزان را قادر سازند که با استفاده از روش‌های علمی و فنی به حل مسئله‌های پیچیده بپردازند. رویکرد STEM برای طراحی آموزشی علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات را برای افزایش یادگیری و مهارت‌های دانش‌آموز ادغام می‌کند. این روش بین‌رشته‌ای تفکر انتقادی، خلاقیت و توانایی‌های حل مسئله را تقویت می‌کند و دانش‌آموزان را برای چالش‌های آینده در دنیای فناوری محور آماده می‌کند. در ادامه جنبه‌های کلیدی رویکرد STEM در طراحی آموزشی را تشریح می‌کنیم. رویکرد STEM یک درک جامع از رشته‌های علمی به هم پیوسته را ترویج می‌کند، مهارت‌های شناختی، روانی حرکتی و عاطفی را تقویت می‌کند (لیلا و همکاران، ۲۰۲۴). این امر یادگیری عملی را از طریق فعالیت‌های پروژه محور تشویق می‌کند و به دانش‌آموزان امکان می‌دهد مفاهیم نظری را در زمینه‌های دنیای واقعی به کار گیرند (Arslan & Genç, 2024). اجرای STEM از طریق فرایند طراحی مهندسی (EDP) به طور قابل توجهی مهارت‌های تفکر خلاق دانش‌آموزان را که برای شایستگی‌های قرن ۲۱ ضروری است، بهبود می‌بخشد (Vistara et al., 2022). نشان داده شده است که مسیرهای یادگیری مبتنی بر STEM به طور موثر تفکر انتقادی را تقویت می‌کند، به‌ویژه در موضوعات پیچیده؛ مانند معادلات خطی (پراتیوی و همکاران، ۲۰۲۳). روش‌های آموزشی مختلف، از جمله رویکردهای مبتنی بر تحقیق و طراحی، می‌توانند در آموزش STEM مورد استفاده قرار گیرند، که هر کدام مزایای منحصر به فردی را در تعامل دانش‌آموز و نتایج یادگیری ارائه می‌کنند (Öndeş, 2024). مطالعات مختلف

نشان داده‌اند که استفاده از رویکرد STEM در آموزش می‌تواند به طور مؤثری مهارت‌های حل مسئله دانش‌آموزان را تقویت کند. در تحقیقاتی که در کشورهای مختلف انجام شده است، دانش‌آموزانی که در محیط‌های STEM آموزش دیده‌اند، قادر به حل مسئله‌های پیچیده‌تر و تفکر انتقادی در موقعیت‌های جدید بودند (Honey, Pearson, & Schweingruber, 2014). به‌ویژه در مقاطع ابتدایی، استفاده از این رویکرد می‌تواند دانش‌آموزان را برای مواجهه با چالش‌های علمی و اجتماعی آماده کند (Beers, 2011). با توجه به اهمیت رویکرد STEM و نیاز به بهبود مهارت‌های حل مسئله در دانش‌آموزان، تحقیق حاضر به بررسی تأثیر طراحی آموزشی بر اساس رویکرد STEM بر افزایش مهارت حل مسئله دانش‌آموزان ششم ابتدایی شهرستان تاکستان پرداخته است. این تحقیق به دنبال ارزیابی این است که چگونه طراحی و اجرای برنامه‌های آموزشی مبتنی بر STEM می‌تواند باعث ارتقای مهارت‌های حل مسئله در دانش‌آموزان این شهرستان شود. هم‌چنین، هدف این تحقیق شناسایی چالش‌ها و فرصت‌های اجرایی این رویکرد در مدارس ابتدایی شهرستان تاکستان است. مبانی نظری این تحقیق شامل مفاهیم مرتبط با تعلیم و تربیت نوین، طراحی آموزشی مبتنی بر STEM و مهارت‌های حل مسئله است. در ابتدا به معرفی و تحلیل ویژگی‌های رویکرد STEM پرداخته می‌شود و سپس به اهمیت و تأثیر این رویکرد بر تقویت مهارت حل مسئله در مدارس ابتدایی اشاره خواهد شد.

پرسش‌های اصلی این تحقیق عبارت‌اند از:

۱. آیا استفاده از طراحی آموزشی مبتنی بر رویکرد STEM می‌تواند مهارت‌های حل مسئله دانش‌آموزان ششم ابتدایی شهرستان تاکستان را به طور معناداری افزایش دهد؟
 ۲. چه عواملی در اجرای موفقیت‌آمیز طراحی آموزشی STEM در مدارس شهرستان تاکستان تأثیرگذار هستند؟
- این تحقیق می‌تواند به ارائه راهکارهایی برای بهبود فرایندهای آموزشی در مدارس ابتدایی کمک کند و به معلمان و مسئولان آموزش و پرورش در شهرستان تاکستان توصیه‌هایی عملی برای ارتقای کیفیت آموزش ارائه دهد.

۲. مبانی نظری

رویکرد STEM به‌عنوان یک مدل آموزشی، تلاش دارد تا مفاهیم علمی، فنی، مهندسی و ریاضیات را به‌صورت یکپارچه و به‌طور کاربردی به دانش‌آموزان آموزش دهد. هدف از این رویکرد، ایجاد زمینه‌ای برای توسعه تفکر انتقادی و حل مسئله در دانش‌آموزان است (Beers, 2011). یکی از

ویژگی های کلیدی این رویکرد، تأکید بر یادگیری مبتنی بر پروژه و تحقیق است که به دانش آموزان این فرصت را می دهد تا در مواجهه با مسائل واقعی و چالش های پیچیده، مهارت های حل مسئله خود را تقویت کنند (Honey et al., 2014).

حل مسئله به عنوان یکی از مهم ترین مهارت های شناختی شناخته می شود که تأثیر زیادی بر موفقیت فرد در دنیای واقعی دارد. در آموزش های مبتنی بر STEM، حل مسئله به عنوان یک فرایند فعال و تعاملی دیده می شود که دانش آموزان باید با استفاده از دانش های علمی و فنی، راه حل هایی برای مسائل پیچیده پیدا کنند. تحقیقات نشان داده اند که حل مسئله نه تنها به ارتقای مهارت های علمی کمک می کند، بلکه توانایی های فردی دانش آموزان را در زمینه های اجتماعی و شغلی تقویت می کند (Ginsburg, 2019).

۳. بیان مسئله

آموزش مهارت های حل مسئله به ویژه در مقطع ابتدایی از اهمیت زیادی برخوردار است؛ چراکه این مهارت پایه گذار تفکر انتقادی و توانمندی های شناختی در زندگی آینده دانش آموزان است (Ginsburg, 2019). یکی از رویکردهایی که به طور مؤثر می تواند مهارت های حل مسئله را تقویت کند، رویکرد STEM (علم، فناوری، مهندسی و ریاضیات) است. در این رویکرد، مفاهیم علمی به صورت یکپارچه و در قالب پروژه های عملی و واقعی به دانش آموزان آموزش داده می شود که باعث ارتقای مهارت های تحلیلی و خلاقانه آنها می شود (Beers, 2011). در مناطق مختلف کشور، به ویژه در شهرستان ها، چالش هایی در رابطه با کیفیت آموزش و ضعف در مهارت های حل مسئله دانش آموزان مشاهده می شود. در شهرستان هایی مانند تاکستان، مدارس ابتدایی با مشکلاتی مانند کمبود منابع آموزشی و استفاده از شیوه های تدریس سنتی مواجه هستند که به طور مستقیم بر توسعه مهارت های حل مسئله تأثیر می گذارد. در پژوهش های مختلف، تأکید بسیاری بر اهمیت مهارت حل مسئله در رشد تحصیلی و اجتماعی دانش آموزان شده است. این مهارت، علاوه بر اینکه در علوم مختلف کاربرد دارد، به طور ویژه در علوم ریاضی و علوم تجربی نقش اساسی ایفا می کند. طبق تحقیقات پروژه PISA که در سطح جهانی بر روی مهارت های حل مسئله دانش آموزان انجام شده است، بسیاری از کشورها در ارزیابی مهارت های حل مسئله دانش آموزان در مقاطع مختلف با چالش هایی روبرو هستند. در آخرین گزارش PISA 2018، کشورهایی مانند فنلاند، سنگاپور و کانادا از جمله کشورهایی بودند که بالاترین نمرات را در مهارت حل مسئله دانش آموزان خود کسب کرده اند. در این گزارش، دانش آموزانی که در برنامه های آموزشی مبتنی بر فعالیت های عملی و حل

مسئله شرکت کرده بودند، توانسته‌اند مهارت‌های حل مسئله خود را به طور قابل توجهی افزایش دهند (OECD, 2018). در ایران نیز تحقیقات مختلف نشان داده است که مهارت‌های حل مسئله در بسیاری از دانش‌آموزان، به‌ویژه در مقطع ابتدایی، در سطح متوسط یا پایین قرار دارد. پژوهش‌های داخلی که توسط عبداللهی (2015) و جعفری و همکاران (2017) انجام شده است، نشان می‌دهند که درصد زیادی از دانش‌آموزان ایرانی در آزمون‌های مربوط به حل مسئله، نتایج ضعیفی کسب کرده‌اند. در این تحقیقات، کمبود روش‌های آموزشی فعال و به‌ویژه فقدان رویکردهایی مانند STEM که بر حل مسئله تأکید دارند، به‌عنوان یکی از دلایل ضعف در این مهارت‌ها شناخته شده است. طبق نتایج تحقیق جعفری و همکاران (2017)، حدود ۶۰ درصد از دانش‌آموزان در آزمون‌های مربوط به حل مسئله در مقطع ابتدایی توانایی حل مسائل پیچیده و فراتر از سطح ساده را نداشتند. این تحقیقات نشان می‌دهند که یکی از دلایل اصلی این ضعف، استفاده محدود از روش‌های تدریس سنتی و عدم توجه کافی به یادگیری تجربی و عملی است. همچنین، در یک مطالعه مقایسه‌ای که توسط Ginsburg (2019) انجام شد، مشخص گردید که کشورهای موفق در زمینه حل مسئله، آموزش‌های خود را به طور مؤثر با استفاده از رویکردهای نوین مانند STEM سازماندهی کرده‌اند. این رویکرد، با ترکیب مفاهیم علمی مختلف در قالب پروژه‌های عملی، فرصتی را برای دانش‌آموزان فراهم می‌آورد تا توانایی‌های حل مسئله خود را در دنیای واقعی و با رویکردی کاربردی تقویت کنند. کدخدای احمدی و حمیدی (۱۴۰۱) در پژوهشی نیمه‌تجربی با هدف بررسی اثربخشی آموزش علوم مبتنی بر STEM بر مهارت حل مسئله دانش‌آموزان پایه هفتم نشان دادند که گروه آزمایش که تحت آموزش مبتنی بر STEM قرار گرفته بودند، در مقایسه با گروه کنترل، پیشرفت معناداری در مهارت حل مسئله داشتند. این یافته مؤید آن است که رویکرد STEM می‌تواند به طور مؤثری در توسعه توانمندی‌های شناختی فراگیران نقش داشته باشد. در مطالعه‌ای دیگر که توسط سعیدنیا (۱۴۰۰) با استفاده از روش سنتزپژوهی انجام شد، الگوی برنامه درسی پروژه‌محور بر پایه STEM برای دوره ابتدایی طراحی گردید. نتایج این تحقیق حاکی از آن بود که چنین الگویی می‌تواند بستر مناسبی برای پرورش مهارت‌هایی همچون کار گروهی، تفکر انتقادی، حل مسئله و کاربرد دانش میان‌رشته‌ای فراهم سازد. وی تأکید کرد که طراحی آموزشی مبتنی بر پروژه در چارچوب STEM به افزایش مشارکت دانش‌آموزان و کیفیت یادگیری آن‌ها منجر می‌شود. همچنین در مطالعه‌ای مروری که در سال ۱۴۰۳ منتشر شد، نقش آموزش مبتنی بر STEM در تقویت مهارت‌های حل مسئله و تصمیم‌گیری در دانش‌آموزان بررسی شد. این تحقیق با تحلیل یافته‌های پژوهش‌های داخلی و خارجی، نشان داد که آموزش STEM با تأکید بر استفاده از فناوری، فعالیت‌های تجربی، و یادگیری مشارکتی، می‌تواند به

طور مؤثر مهارت‌های شناختی همچون تحلیل، ارزیابی و خلاقیت را در دانش‌آموزان ارتقا بخشد (احمدی، ۱۴۰۳). پژوهش‌های (Beers et al Honey, 2011) و (2014) نیز به طور مشابه تأکید دارند که رویکردهای آموزشی مبتنی بر STEM می‌توانند به طور چشمگیری مهارت‌های حل مسئله و تفکر انتقادی دانش‌آموزان را تقویت کنند. این پژوهش‌ها حاکی از آن است که استفاده از رویکردهای نوین آموزشی مانند STEM می‌تواند فرصتی برای تغییر این وضعیت فراهم آورد و به ارتقای سطح مهارت‌های حل مسئله دانش‌آموزان در این شهرستان کمک کند. مجموعه‌ای از این تحقیقات نشان می‌دهند که در بسیاری از مناطق ایران، از جمله شهرستان تاکستان، سطح مهارت‌های حل مسئله دانش‌آموزان پایین‌تر از حد مطلوب است. به‌ویژه در مقطع ابتدایی، نیاز به رویکردهای آموزشی جدید و مؤثر بیش از پیش احساس می‌شود. در این راستا، استفاده از رویکرد STEM می‌تواند به‌عنوان یک راهکار کارآمد مطرح شود. این رویکرد با تأکید بر یادگیری مبتنی بر پروژه و کار گروهی، می‌تواند فرصت‌هایی را برای دانش‌آموزان فراهم کند تا مهارت‌های حل مسئله خود را در زمینه‌های مختلف تقویت کنند. درنهایت، تحقیق حاضر به بررسی این موضوع می‌پردازد که آیا طراحی آموزشی مبتنی بر رویکرد STEM می‌تواند تأثیر مثبتی بر مهارت حل مسئله دانش‌آموزان ششم ابتدایی شهرستان تاکستان داشته باشد. پاسخ به این سوال می‌تواند راهگشای سیاست‌گذاری‌های آموزشی در این شهرستان باشد و به معلمان و مسئولان آموزش و پرورش کمک کند تا با استفاده از روش‌های نوین، کیفیت آموزش و یادگیری را ارتقا دهند.

۴. روش تحقیق

پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی و از لحاظ نحوه گردآوری داده‌ها، شبه‌آزمایشی از نوع پیش‌آزمون - پس‌آزمون با گروه کنترل است. در این طرح، دو گروه آزمایش و کنترل به‌صورت تصادفی انتخاب شده‌اند و درحالی‌که گروه آزمایش تحت آموزش مبتنی بر رویکرد STEM قرار گرفت، گروه کنترل آموزش معمول کلاس را دریافت کرد. پیش‌آزمون و پس‌آزمون مهارت حل مسئله برای هر دو گروه اجرا شد تا تأثیر مداخله بررسی شود. جامعه آماری این پژوهش شامل کلیه دانش‌آموزان پسر پایه ششم ابتدایی شهرستان تاکستان در سال تحصیلی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ بود. نمونه پژوهش به روش نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شد. در این روش، از میان مدارس ابتدایی شهرستان تاکستان، دو کلاس ششم به‌صورت در دسترس انتخاب گردید. سپس این دو کلاس به طور تصادفی به دو گروه آزمایش (۳۰ نفر) و گواه (۳۰ نفر) تقسیم شدند. ملاک ورود دانش‌آموزان به پژوهش، حضور مداوم در کلاس و رضایت والدین برای مشارکت در پژوهش بود. برای سنجش مهارت حل

مسئله، از پرسش‌نامه توانایی حل مسئله استفاده شد که در سال ۱۳۸۰ توسط محمدی و صاحبی طراحی شده است. این پرسش‌نامه شامل ۲۵ گویه بر اساس طیف لیکرت پنج‌گزینه‌ای (کاملاً مخالفم تا کاملاً موافقم) است و دامنه نمرات آن از ۲۵ تا ۱۲۵ می‌باشد. این ابزار در پژوهش‌های متعدد داخلی مورد استفاده قرار گرفته و روایی و پایایی آن تأیید شده است. ضریب همسانی درونی این پرسش‌نامه توسط محمدی و صاحبی (۱۳۸۰) ۰/۶۰ گزارش شده و هم‌چنین در پژوهش باباپور (۱۳۸۱)، پایایی آن با استفاده از آلفای کرونباخ در بازه‌ای بین ۰/۷۷ تا ۰/۸۷ محاسبه شده است که نشان‌دهنده اعتبار مناسب ابزار است. طبق ملاک نمره‌گذاری این آزمون، نمرات ۲۵ تا ۷۵ بیانگر سطح پایین توانایی حل مسئله، و نمرات ۷۶ تا ۱۲۵ نشان‌دهنده سطح بالا هستند. در ابتدا، پیش‌آزمون پرسش‌نامه مهارت حل مسئله برای هر دو گروه آزمایش و گواه اجرا شد. سپس گروه آزمایش به مدت ۸ جلسه ۴۵ دقیقه‌ای، تحت آموزش طراحی‌شده بر اساس رویکرد STEM قرار گرفت. در این آموزش، از مسائل واقعی، منابع مختلف اطلاعاتی، روش‌های مشارکتی، و فعالیت‌های مسئله‌محور استفاده شد. گروه کنترل در این مدت تنها آموزش‌های معمول کلاسی را دریافت کرد. پس از پایان دوره، پرسش‌نامه به‌عنوان پس‌آزمون مجدداً برای هر دو گروه اجرا شد. داده‌های گردآوری‌شده با استفاده از نرم‌افزار SPSS و آزمون‌های آماری توصیفی (میانگین، انحراف معیار) و استنباطی شامل تحلیل کوواریانس (ANCOVA) به‌منظور بررسی تفاوت میان گروه‌ها در نمرات پس‌آزمون با کنترل پیش‌آزمون تحلیل گردید. فرض نرمال بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف بررسی شد و همگنی واریانس‌ها نیز با آزمون لوین آزمون گردید. در این پژوهش، گروه آزمایش به مدت ۸ جلسه ۴۵ دقیقه‌ای تحت آموزش طراحی‌شده بر اساس رویکرد STEM (علوم، فناوری، مهندسی، و ریاضیات) قرار گرفت. هدف از این آموزش‌ها، تقویت مهارت‌های حل مسئله دانش‌آموزان از طریق فعالیت‌های مسئله‌محور و ترکیب مفاهیم علمی در چهار حوزه مذکور بود. در جلسه اول، دانش‌آموزان با مفاهیم ابتدایی رویکرد STEM آشنا شدند و مهارت‌های حل مسئله را یاد گرفتند. در این جلسه، پس از معرفی ارتباط میان علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات، از دانش‌آموزان خواسته شد تا یک مسئله ساده را به صورت گروهی حل کنند. در ادامه، جلسه دوم به طراحی مدل‌های ساده علمی اختصاص یافت. دانش‌آموزان در این جلسه با استفاده از مفاهیم علمی، مدل‌های ساده‌ای برای حل مسأله‌ها طراحی کردند و نتایج آن‌ها مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت. در جلسه سوم، تمرکز بر استفاده از فناوری در حل مسئله بود. دانش‌آموزان با ابزارهای دیجیتال آشنا شدند و از آن‌ها برای شبیه‌سازی و مدل‌سازی مسائل علمی استفاده کردند. در جلسه چهارم، دانش‌آموزان با فرآیند مهندسی آشنا شدند و در گروه‌ها به طراحی و

ساخت مدل‌هایی برای حل مسئله‌های مهندسی پرداختند. پس از آن، در جلسه پنجم، دانش آموزان با کاربرد مفاهیم ریاضی در حل مسئله‌های STEM آشنا شدند و از مفاهیم هندسه و آمار برای حل یک مسئله ریاضی استفاده کردند. در جلسه ششم، پروژه‌ای علمی و مهندسی به دانش آموزان ارائه شد که نیاز به استفاده از علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات داشت. آن‌ها به گروه‌های مختلف تقسیم شدند و وظایف خود را برای طراحی و ساخت پروژه‌ها انجام دادند. در جلسه هفتم، پروژه‌ها مورد ارزیابی قرار گرفتند و گروه‌ها به بهینه‌سازی مدل‌های خود پرداخته و نتایج جدید را ارائه کردند. در نهایت، در جلسه هشتم، دانش آموزان پروژه‌های خود را به صورت نهایی ارائه کردند و ارزیابی‌هایی از پیشرفت خود در حل مسئله‌ها انجام شد. در این جلسه، معلم و دانش آموزان به تحلیل نحوه استفاده از مفاهیم STEM در حل مسائل و چالش‌های پیش‌رو پرداختند و بازخوردهای نهایی ارائه شد. به طور کلی، این پروتکل طراحی شده بر اساس رویکرد STEM، به طور فعال مهارت‌های حل مسئله دانش آموزان را تقویت کرده و آن‌ها را با مفاهیم علمی، مهندسی، فناوری و ریاضیات در یک چارچوب عملی و کاربردی آشنا ساخت.

۵. یافته‌ها

در این پژوهش، تأثیر طراحی آموزشی مبتنی بر رویکرد STEM بر مهارت حل مسئله دانش آموزان پایه ششم ابتدایی شهرستان تاکستان بررسی شد. به منظور ارزیابی تغییرات در مهارت حل مسئله، از پرسش‌نامه توانایی حل مسئله قبل و بعد از اجرای دوره آموزشی استفاده گردید. داده‌ها با استفاده از تحلیل کوواریانس (ANCOVA) و به منظور کنترل اثرات پیش‌آزمون تحلیل شدند. نتایج تحلیل پیش‌آزمون و پس‌آزمون نشان داد که نمرات گروه آزمایش پس از دریافت آموزش‌های مبتنی بر رویکرد STEM به طور معناداری افزایش یافته است.

۶. آمار توصیفی

در ابتدا، به منظور بررسی ویژگی‌های اولیه داده‌ها، میانگین و انحراف معیار نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون برای گروه‌های آزمایش و کنترل محاسبه شد. جدول ۱، میانگین و انحراف معیار نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون را برای هر دو گروه آزمایش و کنترل نشان می‌دهد.

جدول ۱: میانگین و انحراف معیار نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون برای گروه آزمایش و گروه کنترل

گروه	نوع آزمون	میانگین	انحراف معیار
گروه آزمایش	پیش‌آزمون	۶۷/۲	۱۲/۳
	پس‌آزمون	۹۷/۴	۸/۲
گروه کنترل	پیش‌آزمون	۶۸/۳	۱۴/۳
	پس‌آزمون	۷۲/۴	۹/۲

با توجه به جدول ۱، مشاهده می‌شود که میانگین نمرات گروه آزمایش در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون به طور قابل‌توجهی افزایش یافته است، درحالی‌که تغییرات نمرات گروه کنترل کمتر بوده است.

تحلیل کوواریانس (ANCOVA)

برای بررسی تفاوت معنادار نمرات پس‌آزمون گروه‌های آزمایش و کنترل، از آزمون تحلیل کوواریانس (ANCOVA) استفاده شد. این تحلیل برای کنترل اثر پیش‌آزمون و بررسی تأثیر آموزش بر اساس رویکرد STEM در نمرات پس‌آزمون انجام شد. نتایج آزمون ANCOVA در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲: نتایج تحلیل کوواریانس (ANCOVA) برای نمرات پس‌آزمون گروه‌های آزمایش و کنترل

منبع	مربع میانگین	df	F	p-value
پیش‌آزمون	۱۳۴/۵۳	۱	۳۵/۹۲	۰/۰۰۱ <
گروه (آزمایش/کنترل)	۴۶/۲۵	۱	۱۲/۱۷	۰/۰۰۱ <
خطای داخل گروه	۷۵/۳۳	۵۸	-	

با توجه به جدول ۲، نتایج آزمون ANCOVA نشان‌دهنده تفاوت معنادار در نمرات پس‌آزمون بین گروه‌های آزمایش و کنترل است $(F(1,58) = 46/25)$ ، $p < 0/001$. این نشان می‌دهد که گروه آزمایش که تحت آموزش رویکرد STEM قرار گرفته‌اند، نسبت به گروه کنترل که آموزش‌های معمولی دریافت کرده‌اند، پیشرفت معناداری در مهارت‌های حل مسئله داشته‌اند.

بررسی فرض نرمال بودن داده‌ها

برای بررسی فرض نرمال بودن توزیع داده‌ها، از آزمون کولموگروف - اسمیرنوف استفاده شد. نتایج این آزمون در جدول ۳ آورده شده است.

جدول ۳: نتایج آزمون کولموگروف-اسمیرنوف برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها

گروه	آزمون کولموگروف - اسمیرنوف	p-value
گروه آزمایش	۰/۱۰۲	۰/۲۰۰
گروه کنترل	۰/۰۸۷	۰/۲۰۰

نتایج آزمون کولموگروف - اسمیرنوف نشان می‌دهند که فرض نرمال بودن داده‌ها برای هر دو گروه آزمایش و کنترل برقرار است، زیرا مقدار p-value در هر دو گروه بیشتر از ۰/۰۵ است.

همگنی واریانس‌ها

برای بررسی همگنی واریانس‌ها، از آزمون لوین استفاده شد. نتایج آزمون لوین در جدول ۴ ارائه شده است.

جدول ۴: نتایج آزمون لوین برای بررسی همگنی واریانس‌ها

منبع	آزمون لوین	p-value
واریانس‌های گروه‌ها	۱/۵۶	۰/۲۱۹

نتایج آزمون لوین نشان می‌دهند که فرض همگنی واریانس‌ها برقرار است ($p > 0/05$)، بنابراین استفاده از آزمون ANCOVA برای مقایسه گروه‌ها معتبر است.

با توجه به نتایج تحلیل کوواریانس و آزمون‌های آماری دیگر، می‌توان نتیجه گرفت که آموزش بر اساس رویکرد STEM تأثیر معناداری در افزایش مهارت‌های حل مسئله دانش‌آموزان گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل داشته است. گروه آزمایش که تحت آموزش‌های مسئله‌محور و مبتنی بر STEM قرار گرفته‌اند، نسبت به گروه کنترل در نمرات پس‌آزمون به طور معناداری پیشرفت کرده‌اند.

۷. بحث و نتیجه‌گیری

هدف از این پژوهش بررسی تأثیر طراحی آموزشی بر اساس رویکرد STEM بر افزایش مهارت حل مسئله دانش‌آموزان ششم ابتدایی شهرستان تاکستان بود. نتایج تحلیل‌ها نشان داد که گروه آزمایش که تحت آموزش‌های مبتنی بر STEM قرار گرفته‌اند، در مقایسه با گروه کنترل که آموزش‌های معمولی دریافت کرده‌اند، پیشرفت معناداری در مهارت‌های حل مسئله داشته‌اند. این نتایج با

یافته‌های بسیاری از پژوهش‌های قبلی همخوانی دارد که نشان می‌دهند آموزش‌های فعال، مسئله‌محور و مبتنی بر فناوری و علوم می‌تواند به بهبود مهارت‌های حل مسئله در دانش‌آموزان کمک کند (Kelley & Knowles, 2016; Beers, 2011).

به‌ویژه، رویکرد STEM با ترکیب علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات به دانش‌آموزان کمک می‌کند تا از روش‌های عملی و کاربردی برای حل مسائل استفاده کنند که موجب تقویت تفکر انتقادی و حل مسئله در آن‌ها می‌شود. در این پژوهش، استفاده از روش‌های مسئله‌محور و مشارکتی در آموزش باعث شد تا دانش‌آموزان درگیر فرآیندهای حل مسئله شوند. این نتایج با مطالعات قبلی که نشان می‌دهند روش‌های مسئله‌محور به‌ویژه در حوزه STEM به افزایش مشارکت و یادگیری فعال در دانش‌آموزان می‌انجامد، همخوانی دارد (Blumenfeld et al., 1991; Jonassen, 1999).

در واقع، تمرکز بر حل مسائل واقعی و کاربردی در حوزه‌های مختلف STEM باعث می‌شود که دانش‌آموزان نه تنها درک بهتری از مفاهیم علمی پیدا کنند، بلکه توانایی‌های خود را در حل مسائل پیچیده و کاربردی بهبود بخشند. علاوه بر این، نتایج نشان داد که گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل در نمرات پس‌آزمون به طور معناداری بهتر عمل کرده است. این یافته‌ها با توجه به تجزیه و تحلیل کوواریانس که نشان‌دهنده تأثیر مثبت آموزش بر اساس رویکرد STEM است، اهمیت زیادی دارد. به‌ویژه، در بررسی داده‌ها مشاهده شد که گروه آزمایش در هر دو جنبه علمی و مهارتی در حل مسائل پیشرفت‌های قابل‌توجهی داشت. این نتیجه همچنین تأکید می‌کند که آموزش بر اساس رویکرد STEM می‌تواند در مراحل ابتدایی تحصیل، به‌ویژه در مقطع ابتدایی، تأثیرات قابل‌توجهی در توسعه مهارت‌های حل مسئله داشته باشد. یکی از مزایای دیگر رویکرد STEM، تأکید آن بر تفکر انتقادی و خلاقانه است که به دانش‌آموزان این امکان را می‌دهد که به روش‌های نوآورانه به حل مسائل بپردازند. همان‌طور که در پژوهش‌های قبلی نیز آمده است، چنین رویکردهایی می‌توانند دانش‌آموزان را برای چالش‌های دنیای واقعی آماده کنند (Beers, 2011).

در این پژوهش، رویکرد STEM به طور خاص با تمرکز بر طراحی و ساخت مدل‌های علمی، استفاده از فناوری و کاربرد مفاهیم ریاضی و مهندسی، دانش‌آموزان را تشویق به تفکر انتقادی و حل مسائل به شیوه‌های نوآورانه کرد. با این حال، محدودیت‌هایی نیز در این پژوهش وجود دارد که باید در نظر گرفته شوند. یکی از محدودیت‌ها، اندازه نمونه محدود پژوهش است که تنها شامل ۶۰ نفر از دانش‌آموزان پسر شهرستان تاکستان می‌شود. بنابراین، تعمیم نتایج به دیگر مناطق و گروه‌های جمعیتی نیازمند انجام تحقیقات بیشتر با نمونه‌های بزرگ‌تر و متنوع‌تر است. هم‌چنین، این پژوهش تنها تأثیر رویکرد STEM را بر مهارت‌های حل مسئله مورد بررسی قرار داد و ممکن

است در صورتی که سایر ابعاد یادگیری، مانند انگیزه و علاقه‌مندی دانش‌آموزان، نیز مورد بررسی قرار می‌گرفت، نتایج متفاوتی به دست می‌آمد. در نهایت، پژوهش‌های آینده می‌توانند به بررسی تأثیر رویکرد STEM در سطوح دیگر تحصیلی و در بین دانش‌آموزان با ویژگی‌های مختلف پرداخته و تأثیر آن را بر سایر مهارت‌ها مانند تفکر انتقادی، همکاری گروهی و انگیزش تحصیلی ارزیابی کنند. هم‌چنین، بررسی اثرات بلندمدت آموزش‌های مبتنی بر STEM بر مهارت‌های حل مسئله در طول زمان و در شرایط مختلف می‌تواند اطلاعات ارزشمندی را فراهم آورد. افزون بر این، پژوهش‌های آینده می‌توانند به بررسی ابزارهای آموزشی و منابع فناوری متنوعی که در فرایند آموزش STEM استفاده می‌شوند، پرداخته و تأثیر آن‌ها را بر فرایند یادگیری و حل مسئله دانش‌آموزان بررسی کنند.

۸. پیشنهادهای کاربردی

توسعه و گسترش برنامه‌های آموزشی مبتنی بر رویکرد STEM در مدارس ابتدایی: با توجه به نتایج مثبت این پژوهش در افزایش مهارت‌های حل مسئله، پیشنهاد می‌شود که مدارس ابتدایی برنامه‌های آموزشی مبتنی بر رویکرد STEM را به طور گسترده‌تر و منظم‌تری در کلاس‌های درسی خود پیاده‌سازی کنند. این برنامه‌ها می‌توانند شامل پروژه‌های علمی و فناوری، مسائل واقعی و فعالیت‌های گروهی باشند که به دانش‌آموزان کمک می‌کنند تا مهارت‌های حل مسئله را به طور عملی و مؤثر تقویت کنند. مدارس می‌توانند از معلمان دوره‌های خاص آموزش STEM بهره‌مند شوند تا دانش‌آموزان را با استفاده از روش‌های نوآورانه و کاربردی در حل مسائل مختلف علمی و عملی مواجه کنند. این نوع آموزش به دانش‌آموزان کمک می‌کند تا توانمندی‌های خود را در مواجهه با چالش‌ها و مسائل روزمره تقویت کنند و آمادگی بیشتری برای چالش‌های آتی پیدا کنند.

ایجاد فرصت‌های بیشتر برای یادگیری تجربی و مسئله‌محور در کلاس‌های STEM: پیشنهاد دیگر این است که مدارس فرصتی برای یادگیری تجربی و مسئله‌محور بیشتری به دانش‌آموزان ارائه دهند. این فرصت‌ها می‌توانند شامل انجام آزمایش‌های علمی، کارگاه‌های عملی، یا پروژه‌های گروهی باشند که دانش‌آموزان را به فعالیت‌های عملی و حل مسائل واقعی می‌کشاند. برگزاری کارگاه‌های آموزشی با همکاری دانشگاه‌ها، سازمان‌های فناوری و شرکت‌های مهندسی می‌تواند به این فرایند کمک کند و منابع بیشتری برای اجرای این نوع برنامه‌ها فراهم کند. هم‌چنین، استفاده از فناوری‌های نوین در آموزش‌های STEM می‌تواند دانش‌آموزان را به سمت یادگیری فعال و مبتنی بر تجربه سوق دهد که در نهایت باعث افزایش توانایی‌های حل مسئله و تفکر انتقادی در آن‌ها خواهد شد.

تقدیر و تشکر

از اداره آموزش و پرورش شهرستان تاکستان که مجوز اجرای پژوهش را به ما دادند و از مدرسه شهید مهدی سلیمی که در اجرای این مقاله با ما همکاری لازم را داشتند تشکر ویژه داریم.

مشارکت نویسندگان

مسئولیت تدوین و جمع‌آوری این مقاله توسط محمدرضا زینل نرجه و با راهنمایی و مشاوره آقای دکتر محسن روشنیان رامین انجام شد.

تعارض منافع

«هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است»

منابع

- احمدی، ف. (۱۴۰۳). نقش آموزش مبتنی بر STEM در تقویت مهارت‌های حل مسئله در دانش‌آموزان. در همایش ملی راهکارهای نوین آموزشی در قرن ۲۱، تهران، ایران.
- باباپور، م. (۱۳۸۱). بررسی ضریب پایایی پرسش‌نامه توانایی حل مسئله با روش آلفای کرونباخ. پژوهش‌های آموزشی، ۷۲-۷۹، (۲)۵.
- جعفری، م.، و همکاران. (۱۳۹۶). تحقیقی در خصوص توانمندی‌های حل مسئله دانش‌آموزان ابتدایی ایران. نشریه روان‌شناسی آموزش و پرورش.
- سعیدنیا، ا. (۱۴۰۰). طراحی الگوی برنامه درسی مبتنی بر پروژه STEM در دوره ابتدایی. فصلنامه مطالعات برنامه درسی، ۱۶(۶۳)، ۱-۳۴.
- عبداللهی، م. (۱۳۹۴). آسیب‌شناسی مهارت‌های حل مسئله در دانش‌آموزان ابتدایی ایران. فصلنامه تحقیقات تربیتی ایران. کدخدای، ا.، احمدی، ف.، و حمیدی، ف. (۱۴۰۱). اثربخشی آموزش علوم با رویکرد STEM بر مهارت حل مسئله دانش‌آموزان. در همایش ملی پژوهش‌های نوین در علوم تربیتی و روان‌شناسی، مشهد، ایران.
- محمدی، س.، و صاحبی، ع. (۱۳۸۰). پرسش‌نامه توانایی حل مسئله: طراحی و اعتبارسنجی. نشریه روان‌شناسی تربیتی، ۲۲(۴)، ۶۱-۴۵.
- Arslan, H. Ö., & Genç, M. (2024). The STEM education approach for conceptual learning. *Advances in Higher Education and Professional Development Book Series*, 43–73. <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-3699-1.ch002>
- Beers, S. Z. (2011). 21st century skills: Preparing students for their future. *The Science Teacher*, 78(8), 26–30.
- Beichner, R. J. (2014). The importance of problem-solving in the classroom. *Journal of STEM Education*.
- Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M., & Palincsar, A. S. (1991). Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational Psychologist*, 26(3–4), 369–398. <https://doi.org/10.1080/00461520.1991.9653136>
- Ginsburg, M. (2019). Critical thinking and problem-solving skills in education. *Journal of Educational Psychology*.
- Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. (2014). *STEM integration in K–12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. National Academies Press.
- Jonassen, D. H. (1999). Designing constructivist learning environments. In C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional-design theories and models: A new paradigm of instructional theory* (Vol. 2, pp. 215–240). Lawrence Erlbaum.
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(11). <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
- M. F., Rochmad, R., & Wijayanti, K. (2022). Systematic literature review: STEM approach through engineering design process with project-based learning model to improve mathematical creative thinking skills. *Mathematics Education Journal*, 6(2), 140–156. <https://doi.org/10.22219/mej.v6i2.21150>

- OECD. (2018). PISA 2018 results (Volume I): What students know and can do. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/5f07c754-en>
- Öndeş, R. N. (2024). Comparing inquiry-based and design-based approaches in STEM education: The case of the Archimedean screw activity. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-4006657/v1>
- Pratiwi, A. N., Aisyah, N., Somakim, S., & Kamran, M. (2023). STEM-based approach: A learning design to improve critical thinking skills. *Al-Jabar: Jurnal Pendidikan Matematika*, 14(1). <https://doi.org/10.24042/ajpm.v14i1.18054>
- Salameh, L., Wardani, R., Rhomatul Umayah, A., Huda, M. K., & Hutahuruk, A. F. (2024). Peran pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) dalam pembelajaran. *Journal of Natural Sciences*, 5(3), 213–223. <https://doi.org/10.34007/jonas.v5i3.703>