

## بررسی میزان اثربخشی آموزش مباحثی از فیزیک به روش STEM

## بر روی دانش آموزان پایه ی دهم تجربی شهرستان نیشابور

پروانه ذوالفقاری<sup>۱</sup>، محمد ابراهیمی دباغ<sup>۲</sup>، مهسا آریانفر<sup>۳</sup>

دریافت: ۱۴۰۱/۱/۲۸ پذیرش: ۱۴۰۱/۵/۹

## چکیده

در سال های اخیر شیوه های نوین آموزشی به سمت تلفیق موضوعات درسی که قبلاً جداگانه تلقی می شدند تمایل دارد. یکی از رویکردهای نوین آموزشی در زمینه تلفیق موضوعات، رویکرد آموزشی استم<sup>۴</sup> است. اصطلاح STEM وابسته به زمینه های علوم، فناوری، مهندسی و آموزش ریاضیات است. در واقع، به جای آموزش دادن این چهار رشته به صورت موضوعاتی جداگانه و گسسته، STEM آنها را در یک چهارچوب یادگیری همگرا بر اساس کاربردهای دنیای واقعی متصل می کند. پژوهش حاضر با هدف بررسی میزان اثربخشی آموزش فیزیک به روش STEM بر روی دانش آموزان پایه ی دهم تجربی شهرستان نیشابور صورت گرفت. بدین منظور نمونه ای به حجم ۵۰ دانش آموز پایه دهم ۲۵ دانش آموز گروه کنترل و ۲۵ دانش آموز گروه آزمایش به صورت تصادفی خوشه ای انتخاب شدند و به آزمون محقق ساخته پیشرفت تحصیلی در پیش آزمون و پس آزمون پاسخ دادند. در این بین دانش آموزان گروه آزمایش در مباحث حجم و چگالی در پایه ی دهم تحت آموزش مبتنی بر STEM قرار گرفتند. اطلاعات حاصل با استفاده از روش تحلیل کوواریانس و با استفاده از نرم افزار Spss تجزیه و تحلیل شدند. نتایج نشان داد که آموزش فیزیک به روش STEM اثربخشی بیشتری نسبت به آموزش به روش سنتی دارد. ( $P < 0,05$ ). همچنین نتایج آزمون های فرعی نشان داد که آموزش فیزیک به روش STEM نسبت به روش سنتی در حیطه درک و فهم و حیطه ی کاربرد تفاوت معناداری دارد و این روش اثربخشی بیشتری در این زمینه ها داشته است. ( $P < 0,05$ ).

**کلید واژه ها:** رویکردهای نوین آموزشی، تلفیق برنامه درسی، رویکرد STEM.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی  
پرتال جامع علوم انسانی

<sup>۱</sup>. استادیار گروه علوم پایه، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران، نویسنده مسئول، p.zolfaghari@cfu.ac.ir

<sup>۲</sup>. استادیار گروه علوم پایه، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران .

<sup>۳</sup>. گروه علوم پایه، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران

## ۱- مقدمه

انسان در قرن بیست و یکم هر روز شاهد تغییرات سریعی در زمینه تکنولوژی است. این تحولات او را با مسائل و مشکلات جدیدتر و پیچیده‌تری روبه‌رو می‌کند و نوعی چالش و اضطراب برای چگونگی بهتر زیستن را در او ایجاد می‌کنند که از یک‌جانبه‌نگری‌های یادگیری را در او تقویت می‌کنند و از جهتی دیگر ضرورت آموزش مناسب و به‌موقع را یادآور می‌شوند. یکی از راه‌هایی ماندگاری انسان‌ها در عرصه تحولات پرشتاب امروز، توجه بیشتر به کیفیت نظام آموزشی می‌باشد. (سیف، علی‌اکبر، ۱۳۸۲). بدیهی است روش‌های تدریس سنتی در مدارس امروز نمی‌توانند پاسخ‌گوی نیازها و مشکلات جامعه باشند. در این بین فیزیک، به عنوان یک درس پایه و کاربردی از این تغییرات مبرا نیست.

در آموزش فیزیک گاهی با دانش‌آموزانی رو به رو می‌شویم که توانایی درک آنچه تدریس می‌کنیم ندارند، تدریس به روش سنتی آنها را خسته و عصبی کرده و مدام این سوال را از خود می‌پرسند که مطالب فیزیک در آینده به چه درد آنها می‌خورد (ادوارد اف. ج. ردیش، ۱۳۸۹). از طرفی روند بدون توقف توسعه علم و افزایش حجم موضوعات درسی، مدارس را با بحران مواجه کرده است. برای رهایی از این بحران راهی جز استفاده از رویکرد تلفیقی وجود ندارد.

جکوبز<sup>۱</sup> از استادان نامور برنامه ریزی درسی می‌گوید: "هیچ روش دیگری به اندازه‌ی روش کنونی تهیه برنامه درسی نمی‌توانست در گریز دانش‌آموز از مدرسه موفق باشد" (مطلبی فرد و همکاران، ۱۳۸۹).

یکی از راه‌هایی که می‌تواند مدارس و همچنین آموزش کشور را از این بحران نجات دهد، استفاده از آموزش تلفیقی است، در ابتدا به تعریف تلفیق می‌پردازیم. تلفیق<sup>۲</sup> در معنای کوشش و تلاش برای ایجاد ارتباط، اتصال و در نهایت یکپارچگی بر تجربیات یادگیری دانش‌آموزان است. در واقع روش تلفیقی به معنای ترکیب چند حوزه‌ی مختلف محتوایی با موضوعات درسی است. یکی از امتیازات مهم رویکرد تلفیق در برنامه درسی، تزریق ویژگی‌های چالاکتی، چابکی و پویایی در برنامه درسی و ایجاد توان واکنش سریع و پاسخگویی به مسائل است. بر این اساس، رویکرد تلفیقی در برنامه ریزی درسی اهمیت داشته و به‌کارگیری آن امری ضروری و مفید است. یکی از بهترین روش‌های تلفیقی که مورد توجه است، رویکرد تلفیقی استم است (احمدی و همکاران، ۱۳۹۸). آموزش STEM یک راهبرد آموزشی است که چهار رشته علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات را تلفیق می‌کند و موانع سنتی جداکننده این رشته را برطرف می‌سازد.

STEM نوعی روش آموزش و برنامه درسی است که مبتنی بر ایده‌های دانش‌آموزان در چهار رشته‌ی خاص علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات در یک رویکرد میان‌رشته‌ای و کاربردی است. به جای این که این چهار رشته را به عنوان موضوعات جداگانه و مجزا آموزش دهیم رویکرد STEM آنها را در یک الگوی یادگیری منسجم مبتنی بر کاربردهای دنیای واقعی ادغام می‌کند.

## ۲- ادغام رشته‌های STEM

چگونگی ادغام چهار زمینه در روش آموزش STEM یک بحث بسیار مهم در آموزش می‌باشد، در آموزش به روش استم هیچ نظر قطعی و کاملی راجع به مدلی برای ادغام این چهار زمینه وجود ندارد. ترکیب این چهار زمینه می‌تواند از جهتی رشته‌ای، چند رشته‌ای، میان رشته‌ای و فرا رشته‌ای باشند. یکی از ابعاد مهم در آموزش STEM توسط معلمان عدم تغییر در ویژگی‌های منحصر به فرد رشته هادرفرايند ادغام چهار رشته می‌باشد (Hani l ton, E., Lesh, R۲۰۰۸) براین مور<sup>۳</sup>، جانسون<sup>۴</sup> و رودینگ<sup>۵</sup> (۲۰۱۵)، سه مدل از آموزش تلفیقی استم را اینگونه تعریف می‌کنند: الف) ادغام محتوا، ب) ادغام پشتیبانی از مطالب، ج) ادغام متن

<sup>۱</sup> Jacobs

<sup>۲</sup> Integrated

<sup>۳</sup> Brian Moore

<sup>۴</sup> Johnson

<sup>۵</sup> Rouding

## ۱-۲ ادغام محتوا

به معنای طراحی یک نوع فعالیت یادگیری یا واحدی است که هدف آن آموزش مفاهیم همه رشته‌های استم می‌باشد. هیچ یک از رشته‌ها در مرکز آموزش قرار ندارند و هدف فقط آموزش مفاهیم رشته‌های آن فعالیت است.

## ۲-۲ ادغام پشتیبانی از مطالب

به معنای طراحی فعالیتی است که در آن تک تک زمینه‌های STEM از یک زمینه که در آن فعالیت نقش مهم تری دارند حمایت و پشتیبانی می‌کنند. برای مثال در ساخت سازه‌ی پل ماکارانی، زمینه‌ی مهندسی نقش ویژه‌ای در این فعالیت ایفا می‌کند، حال آنکه سه زمینه‌ی ریاضیات، علوم و تکنولوژی نیز از فعالیت‌های مهندسی سازه پشتیبانی می‌کنند. در مورد قرار دادن محتوای یک رشته STEM در مرکز آموزش آن محتوا با زمینه‌های دیگر رشته‌های استم می‌باشد برای مثال معلم درس ریاضیات را در علوم مهندسی یا زمینه‌های فناوری طراحی و اجرا می‌کند. یک رویکرد برای ادغام حوزه‌های مختلف شیوه‌های آموزشی تشخیص اشتراکات و اختلاف بین دامنه‌هاست، این اشتراکات شبیه پل‌هایی برای برقراری ارتباطات و اختلافات برای حفظ یکپارچگی موضوع عمل می‌کنند (Leung, ۲۰۱۸).

در این زمینه سه رویکرد برای ادغام رشته‌های آموزش به روش STEM معرفی می‌کنیم.

الف) مدل سازی ریاضی

ب) آموزش مبتنی بر ابزار

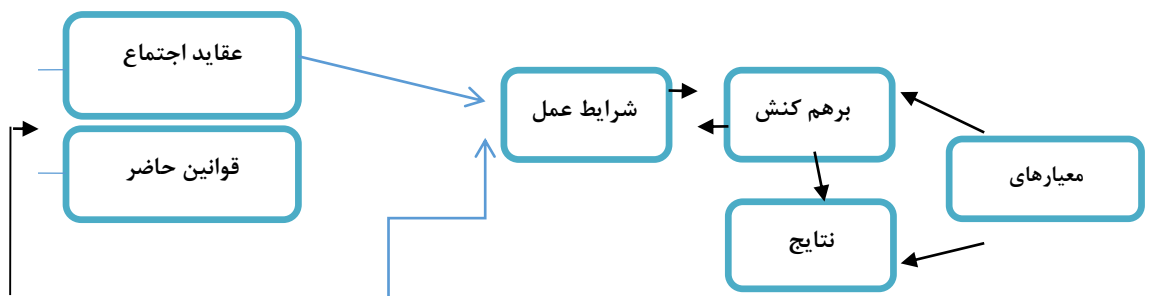
ج) یادگیری مبتنی بر تحقیق

۳- توسعه‌ی حرفه‌ای معلمان STEM

یکی از مهم‌ترین مسائل برای پیاده‌سازی آموزش به روش استم، حضور معلمان است که آموزش‌های ویژه‌ی استم را دیده باشند، لذا توسعه‌ی حرفه‌ای معلمان در سرتاسر جهان به عنوان یکی از اجزای کلیدی سیاست‌های آموزشی محسوب می‌شود. زیرا معلم به عنوان مهم‌ترین عنصر در بررسی داده‌های تجربی حاصل از توسعه‌ی حرفه‌ای روش استم مطرح می‌باشد. قطعاً بدون حضور معلمان آموزش دیده، پیاده‌سازی این روش در مدارس غیرممکن است.

توسعه‌ی حرفه‌ای به معنای ارائه‌ی تمایلات و ایده‌آل‌های پیرونی از طرف یک جایگاه قدرتمند است و معلم صرف نظر از اینکه به آن علاقه‌مند است یا نه باید از آن پیروی کند. از بهترین و کامل‌ترین مدل‌های ادراکی برای تغییر و آموزش حرفه‌ای معلمان مدل چهارچوب توسعه‌ی و آنالیز نهادی است که توسط آستروم در شکل ۱ بیان شده است. آستروم در سال ۲۰۱۱ در این مدل تغییرات محیط را نیز مورد بررسی قرار داد. تغییرات محیطی که به متغیرهای برون‌زا معروف هستند شامل شرایط بیوفیزیکی، عقاید جامعه و قوانین مورد استفاده است.

### شرایط بیوفیزیکی



شکل ۱. چارچوب توسعه‌ی و آنالیز نهادی توسط آستروم

پژوهش‌ها نشان می‌دهد که وقتی معلمان به منظور کسب دانش عملی متناسب با استم در یک برنامه توسعه‌ی حرفه‌ای شرکت می‌کنند، نسبت به محتوای آن واکنش نشان می‌دهند. این واکنش از ذهنیت آنها ناشی می‌شود و شامل تجربیات و دانش قبلی

معلم، موانع پیش روی تولید دانش جدید و همینطور موانع اعمال محتوای دوره ی توسعه حرفه ای در کلاس های درس می باشد. برای حل مشکل ذهنیت های قبلی معلم و متغیرهای برون زا در مدل آستروم باید متخصصان برنامه های فعالی را طراحی کنند که آن ها را در دراز مدت و به صورت متمرکز حمایت و همراهی کند، البته یک مدل ادراکی جدید برای پیاده سازی توسعه حرفه ای همانند مدل آستروم مورد نیاز است. این مدل ادراکی باید چشم انداز آموزش معلمان را رشد در نظر بگیرد نه اینکه آن را یک وسیله ایدئولوژیک برای حفظ وضع اقتصادی و سیاسی موجود معرفی کند.

### ۳- پیشینه ی تحقیق

مقالات و پژوهش های بسیار زیادی در خارج از کشور در زمینه STEM کار شده است، اما مقالات و پژوهش های داخلی در این زمینه محدود هستند، در اینجا به چند نمونه از پژوهش های داخلی و خارجی می پردازیم.

۱- به عنوان مثال در یک پژوهش که درباره ی "بررسی کیفیت آموزش مبحث الکترومغناطیس با رویکرد تلفیقی STEM" (فاطمه احمدی، ۱۳۹۸) می باشد، محقق تأثیر شیوه ی تدریس STEM بر روی یادگیری دانش آموزان را بررسی می کند. این پژوهش به صورت نیمه آزمایشی است، شامل ۶۵ دانش آموز پایه یازدهم که به دو گروه آزمایش و کنترل تقسیم شده اند. نتایج نشان می دهد که به کارگیری روش STEM نه تنها باعث پیشرفت تحصیلی دانش آموزان بلکه باعث ارتقا و بهبود سطح یادگیری آنها نیز شده است (احمدی و همکاران، ۱۳۹۸).

۲- آلن لونج<sup>۱</sup> (Leung, ۲۰۱۸)، در پژوهشی با نام "کاوش آموزش STEM در کلاس ریاضیات مبتنی بر ابزار آزمایش و تخمین"، در ابتدا به چگونگی ادغام چهار موضوع STEM، در یک برنامه ی درسی می پردازد. سپس با ارائه ی یک مسئله ی ریاضی ساده که براساس رویکرد STEM برنامه ریزی شده است، در یک کلاس درس، نحوه ی پاسخ دهی و درک دانش آموزان از موضوع را بررسی می کند. وی به این نتیجه رسیده که اگر به دانش آموزان در حل مسئله به اندازه ی کافی آزادی عمل داده شود، میزان یادگیری آن ها بسیار به چشم می آید. (سیف، علی اکبر، ۱۳۸۳، روانشناسی پرورشی، روانشناسی تدریس و یادگیری)

۳- در مقاله ای از دکتر پریم<sup>۲</sup> تحت عنوان "یادگیری مبحث الکتریسته به روش STEM و با استفاده از نرم افزار فت<sup>۳</sup> جهت بهبودی سواد STEM دانش آموزان پایه ی هشتم"، محقق با روشی آزمایشی دو کلاس را به صورت گروهی در نظر گرفته و مبحث الکتریسته را به روش STEM آموزش می دهد. نتیجه ی پیشرفت دانش آموزان نشان می دهد که پس از تدریس به این روش سواد آن ها افزایش داشته است (EC PRI MA, ۲۰۱۸).

۴- یکی دیگر از پژوهش های اخیر در زمینه ی استم، مقاله ای با عنوان "تاثیر آموزش با رویکرد تلفیقی علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات در بافتار انرژی خورشیدی بر نگرش و پیشرفت تحصیلی دانش آموزان دختر" (شهبازلو و همکاران، ۱۴۰۰) می باشد که نوعی پژوهش نیمه آزمایشی است و دانش آموزان گروه آزمایش به مدت ۷ جلسه مجازی به شیوه ی استم تحت تعلیم قرار گرفتند. در نهایت اختلاف بین دو گروه آزمایش و کنترل به نفع گروه آزمایش معنادار بود.

### ۴- روش تحقیق

این پژوهش به منظور بررسی تاثیر آموزش به روش STEM بر میزان یادگیری و پیشرفت تحصیلی دانش آموزان صورت گرفته است. با توجه به انگیزه ی پاسخگویی به نیاز دیگران و حل مشکلات و استفاده ی مستقیم از نتایج و نوع هدف از تحقیقات کاربردی بوده است و از نظر ماهیت و روش گردآوری داده ها از نوع تحقیقات آزمایشی می باشد.

در این تحقیق از طرح پیش از مون پس از مون با گروه کنترل نابرابر، انجام شده است و جمعیت هر دو گروه آزمایش و کنترل ۲۵ نفر است. جامعه آماری این تحقیق شامل کلیه دانش آموزان دختر پایه دهم متوسطه رشته تجربی شهر نیشابور که در سال تحصیلی ۱۳۹۹-۱۴۰۰ مشغول به تحصیل هستند، می باشد.

<sup>۱</sup> Allen Leung

<sup>۲</sup> Ec Prima

<sup>۳</sup> Ar dui no-phet

ابزار گردآوری داده یک آزمون محقق ساخته از مبحث مورد نظر می باشد. این آزمون محقق ساخته شامل ۱۲ سوال و در غالب ۱۴ نمره می باشد. این سوالات در دو گروه سوالات کاربردی و درک و فهم تقسیم بندی شده اند. روایی و صحت سوالات توسط اساتید خبره ی دانشگاه و دبیران مجرب فیزیک تایید شد.

در این پژوهش توصیف داده‌ها در مورد هر یک از متغیرهایی که مورد بررسی بودند با استفاده از روش‌های مختلف آمار توصیفی، تشکیل جداول توزیع فراوانی، محاسبه درصد‌های شاخص‌های مرکزی و پراکندگی نظیر میانگین، نما، میانه، انحراف از معیار و ... مورد تجزیه و تحلیل و بررسی قرار گرفت، و سپس به وسیله‌ی روش‌های آمار استنباطی، آزمون تحلیل کواریانس و آزمون تی، معناداری هر یک از فرضیه‌های تحقیق، جهت بررسی بهتر مورد آزمون قرار می‌گیرد. قابل ذکر است که جهت تحلیل توصیفی و تحلیل استنباطی در این پژوهش از نرم‌افزار ۲۲ Spss استفاده شده است.

اجرای پژوهش: برای اجرای این پژوهش محقق مبحث حجم و چگالی فیزیک پایه ی دهم را جهت تدریس به روش STEM انتخاب کرد، این پژوهش در ۵ جلسه صورت گرفت و محقق در دو جلسه ی اول و پنجم آزمون پیشرفت تحصیلی را به عنوان پیش آزمون و پس آزمون برگزار کرد. سپس در سه جلسه ی باقی مانده تدریس به روش STEM انجام داد.

جدول ۱. شرح جلسات آموزشی بر مبنای روش STEM و روش سنتی

جلسه	هدف آموزشی	روش STEM	روش سنتی	زمان
اول	---	برگزاری پیش آزمون	برگزاری پیش آزمون	۴۵ دقیقه
دوم	جرم و حجم	برگزاری کلاس در آزمایشگاه علوم- بیان مسئله توسط معلم- پیشنهاد راه حل های صحیح و غلط توسط دانش آموزان- راهنمایی معلم- استفاده از ابزارهای اندازه گیری موجود در آزمایشگاه- پس کردن کاربرگ‌ها توسط گروه‌ها- انجام محاسبات- بررسی خطاهای احتمالی- استفاده از کامپیوتر و اینترنت- جمع اوری و نتیجه گیری توسط دانش آموزان و معلم	سخنرانی- استفاده از کتاب و تخته- حل مثال و تمرین	۸۰ دقیقه
سوم	چگالی	شرح آزمایش برج چگالی در آزمایشگاه فیزیک- انجام آزمایش توسط دانش آموزان- راهنمایی معلم- بررسی خطاهای احتمالی- بحث و بررسی- پر کردن کاربرگ‌ها توسط گروه‌ها- نتیجه گیری توسط معلم و دانش آموز- حل مثال	سخنرانی- استفاده از کتاب و تخته- حل مثال و تمرین	۸۰ دقیقه
چهارم	مرور مطالب	بررسی و حل چند مسئله چگالی توسط دانش آموزان به روش STEM- راهنمایی و تصحیح اشکالات دانش آموزان- رفع اشکال- حل تمرین‌های مربوطه در کتاب	سخنرانی- رفع اشکال- حل تمرین پایان فصل	۸۰ دقیقه
پنجم	---	برگزاری پس آزمون	برگزاری پس آزمون	۴۵ دقیقه

روش تدریس STEM در جلسه ی حجم یک نوع روش تدریس مبتنی بر ابزار بود، بدین صورت که دانش آموزان برای حل مسئله ی مطرح شده مجبور بودند از ابزارهای اندازه گیری که در آزمایشگاه قرار داشت استفاده کنند، این مسئله باعث می شد با ابزارهایی که در دنیای واقعی کاربردی هستند آشنا شوند. همین طور آن‌ها برای حل مسئله و استفاده از ابزارها گاهاً مجبور بودند از کامپیوتر و اینترنت استفاده کنند.

جلسات تدریس در آزمایشگاه فیزیک برگزار شد و لوازم لازم جهت آزمایش در اختیار آنها قرار گرفت، همانند کولیس، ترازو، ظروف مدرج (بشر، ارلن)، روغن، شیر، مایع دستشویی، سرنگ و ...

پس از آنکه هر گروه راجع به روش کار خود بحث و بررسی کرد، ایده های خود را در اختیار معلم گذاشت و معلم آن ها را راهنمایی کرد. بدین صورت بهترین راه حل را در نظر گرفتند و انجام محاسبات را آغاز کردند.

در انتها کاربرگ هایی که در اختیار آنها قرار گرفته بود را پر کردند. در این کاربرگ ها ابتدا مسئله مطرح شده بود و چگونگی انجام آزمایش نیز توضیح داده شده بود، سپس سوالاتی راجع به روند کار، ایده های گروه، نتایج و دلایلی که حدس میزنند نوشته شده بود. هر گروه میبایست راه حل و روش کار خود را به صورت گام به گام و مرحله به مرحله مهندسی و ترسیم میکرد. پس از اتمام محاسبات وقتی پاسخ واقعی مسئله در اختیار دانش آموزان قرار میگرفت، در مورد خطاهای احتمالی بحث و بررسی شد و با راهنمایی معلم اشتباهات هر گروه اصلاح گردید.

جلسه سوم که در زمینه تدریس چگالی بود، با طرح یک آزمایش، برج چگالی آغاز شد. گروه ها با وسایلی که در اختیار داشتند آزمایش را انجام دادند، برخی از گروه ها بخاطر اشتباهاتی که در طول آزمایش داشتند مجبور به تکرار آن شدند. در نهایت پس از بحث و بررسی، کاربرگ های خود را پر کردند و به سوالات پاسخ دادند. در انتهای جلسه معلم با کمک دانش آموزان فرمول های چگالی را بیان کرد و در جلسه بعدی با حل چند تمرین و مسئله توسط دانش آموزان ملزم می شوند در گفتگوهایی که شامل درک مسئله است در مورد ایده ها یا تکنیک های ریاضی مورد نیاز برای حل مسئله شرکت کنند. آن ها با استفاده از مدل های جدید و مقایسه و تضاد با مدل هلی قبلی (نتایج مدل، کاوش، توضیح، شرح و ارزیابی) مسئله را حل می کنند.

معلم نقش یک راهنما، ممیز یا ارائه دهنده اطلاعات در زمینه مورد نظر را ایفا می کند. ترتیب درسی اجرا شده ممکن است از ترتیبی که مدنظر ما بود متفاوت باشد، لذا باید اجازه دهیم تا عناصر یادگیری خودگردان دانش آموزان معطوف پذیر باشد. لذا آن ها از اذند هر کاری را که دوست دارند انجام دهند. گروه ها برای انجام کارهای مشترک می توانند با یکدیگر مذاکره کنند و بهم کمک کنند.

## ۵- نتایج و بحث

امار توصیفی: در پژوهش حاضر اثربخشی آموزش فیزیک به روش STEM در مبحث حجم و چگالی در مقایسه با روش سنتی در پیشرفت تحصیلی دانش آموزان دختر پایه دهم متوسطه در دو گروه سوالات درک و فهم و سوالات کاربردی مورد بررسی قرار گرفت. جداول زیر نشان دهنده وضعیت پیشرفت تحصیلی آن ها می باشد. نمونه سوالات پیش از آزمون و پس از آزمون در زیر آورده شده است.

جدول ۲. نمونه سوال پیش از آزمون، پس از آزمون

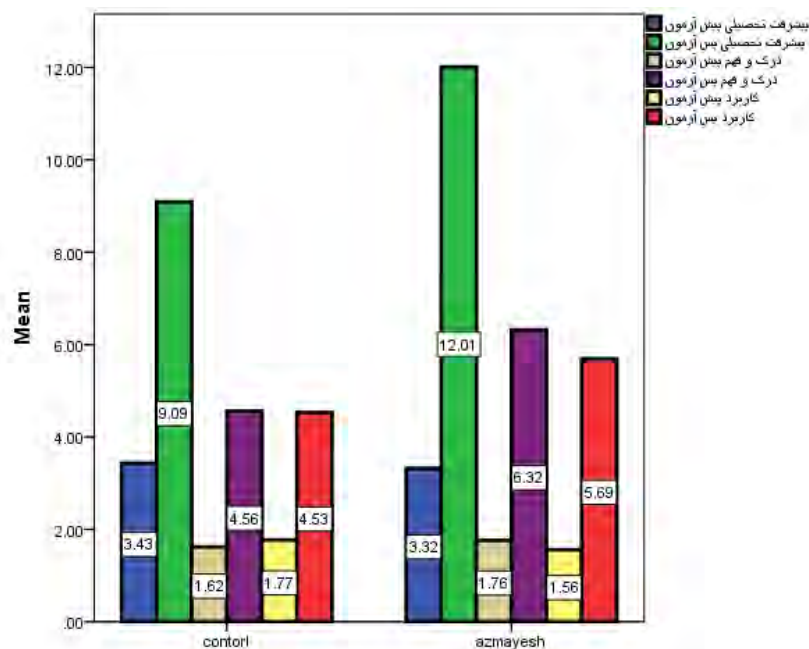
سوال	بارم
۱- جاهای خالی را با عبارات مناسب پر کنید. (درک و فهم) الف) چگالی یک کمیت ..... (نردهای - برداری) است. ب) هر چه چگالی یک ماده بیشتر باشد، آن ماده در سطح (پایین تر، بالاتر) نسبت به مواد دیگر قرار می گیرد. ج) اگر یک جسم جامد که چگالی آن با مایع مورد نظر برابر است درون آن مایع انداخته شود، به صورت (شناور، غوطه ور) قرار می گیرد. د) یکای $gr/cm^3$ با یکالی $(gr/Li t - kg/Li t)$ برابر است.	۱
۲- کیلوگرم بر مترمکعب معادل کدام یک از یکاهای زیر است؟ (درک و فهم) $gr/Li t$ (۱) $kg/Li t$ (۲) $gr/mm^3$ (۳) $gr/cm^3$ (۴)	۵/۰
۳- یک فویل آلومینیومی را یک بار به حالت صفحه ی باز درون آب می اندازیم و یک بار مجاله می کنیم و می اندازیم. به نظر شما در کدام حالت بیشتر در آب فرو می رود؟ چرا؟ (درک و فهم) ۴-	۱
۵- یک نارنگی را یک بار با پوست و بار دیگر بدون پوست داخل آب می اندازیم. الف) پیش بینی کنید چه اتفاقی می افتد؟ (درک و فهم) ب) چه توجیهی برای این اتفاق دارید؟	۵/۱
۶- کره ای توپر به شعاع $20\text{ cm}$ از ماده ای با چگالی $gr/cm^3$ ساخته شده است، جرم این کره چند کیلوگرم است؟ (کاربرد)	۱
۷- اگر بخاهیم حجم یک سنگ، با یک شکل نافرم را پیدا کنیم چه پیشنهادی به ذهنتان می رسد؟ توضیح دهید. (درک و فهم)	۱

۵/۱	۸- چگالی هوا در حدود $0.013 \text{ gr/cm}^3$ است، جرم هوای یک اتاق به ابعاد $10 \times 5 \times 10 \text{ m}^3$ چند کیلو گرم است؟ (کاربرد)
۱	۹- یک مکعب آهنی توپر در اختیار شما قرار می‌گیرد، چگونه بفهمیم که درون آن حفره‌ای وجود دارد یا خیر؟ (درک و فهم)
۵/۱	۱۰- درون استوانه‌ی مدرجی، آب وجود دارد. گلوله‌ی توپری به جرم $42 \text{ gr}$ را داخل آب می‌اندازیم. سطح آب از $50 \text{ cm}^3$ به $54 \text{ cm}^3$ می‌رسد. چگالی گلوله چند $\text{gr/cm}^3$ است؟ (کاربرد)
۱	۱۱- جرم دو کره همگن توپر A دو برابر جرم B است. اگر قطر کره‌ی A نصف قطر کره‌ی B باشد، چگالی کره A چند برابر B است؟ (کاربرد)
۱	۱۲- حتماً تا به حال این معمای معروف را شنیده اید که «یک کیلو آهن سنگین‌تر است یا یک کیلو پنبه؟»، فقط پاسخ صحیح این است که وزن هر دو برابر است. حال به نظر شما چرا اکثر فکر می‌کنند که یک کیلو آهن سنگین‌تر است؟ پاسخ خود را به طور کامل توضیح دهید؟ (درک و فهم)
۲	۱۳- درون یک قطعه‌ی طلا به حجم ظاهری $13 \text{ cm}^3$ و جرم $199 \text{ gr}$ حفره‌ای وجود دارد، اگر چگالی طلا $19000 \text{ kg/cm}^3$ باشد حجم حفره‌ی خالی چند $\text{cm}^3$ است؟ (کاربرد)

جدول ۳. میانگین و انحراف استاندارد آزمودنی‌ها در پیش و پس آزمون در نمونه آماری مربوط به متغیرهای پژوهش

متغیر	مرحله گیری	اندازه	گروه	میان گین	انحراف معیار	واریانس	تعداد
درک و فهم	پیش آزمون		آزمایش	۷۶/۱	۹۱۹/۰	۸۴۶/۰	۲۵
			کنترل	۶۲/۱	۹۳۵/۰	۸۷۶/۰	۲۵
	پس آزمون		آزمایش	۳۲/۶	۷۸۸/۰	۶۲۲/۰	۲۵
			کنترل	۵۶/۴	۳۶/۱	۸۵/۱	۲۵
کاربرد	پیش آزمون		آزمایش	۵۶/۱	۸۷۸/۰	۷۷۲/۰	۲۵
			کنترل	۷۷/۱	۰۵/۱	۱۱/۱	۲۵
	پس آزمون		آزمایش	۶۹/۵	۸۹۰/۰	۷۹۳/۰	۲۵
			کنترل	۵۳/۴	۳۲/۱	۷۵/۱	۲۵
نمره کل آزمون	پیش آزمون		آزمایش	۳۲/۳	۶۲/۱	۶۵/۲	۲۵
			کنترل	۴۳/۳	۸۸/۱	۵۵/۳	۲۵
	پس آزمون		آزمایش	۰۱/۱	۲۳/۱	۵۳/۱	۲۵
			کنترل	۰۹/۹	۱۸/۲	۷۷/۴	۲۵





نمودار ۱. مقایسه‌ی میانگین‌ها در پیش آزمون و پس آزمون در متغیرهای پژوهش

جداول و نمودار بالا به طور محسوس نشان می دهد که میانگین نمرات آزمون پیشرفت تحصیلی، در پس آزمون گروه آزمایش در گروه سوالات درک و فهم، گروه سوالات کاربردی، و البته در کل آزمون، بالاتر از گروه کنترل است. امار استنباطی: در این پژوهش، ابتدا برای بررسی فرض‌های طبیعی بودن توزیع داده‌ها و همگنی واریانس متغیرها از آزمون کولموگروف - اسمیرونف، آزمون شاپیرو - ویلک و آزمون لون (جدول ۴) استفاده گردید.

جدول ۴. بررسی فرض‌های طبیعی بودن توزیع داده‌ها و همگنی واریانس‌های متغیرهای پژوهش

همگنی واریانس "لون" (پس آزمون)				طبیعی بودن				گروه	متغیر
				شاپیرو - ویلک		کولموگروف - اسمیرونف			
سطح معنی داری	F	df <sub>۲</sub>	df <sub>۱</sub>	پس	پیش	پس	پیش	سطح معنی داری	سطح معنی داری
				آزمون	آزمون	آزمون	آزمون		
۰.۶۵/۰	۲۱/۴	۴۸	۱	۱۶۷/۰	۱۴۴/۰	۱۴۱/۰	۲۰۰/۰	آزمایه	درک و فهم
				۱۶۳/۰	۳۹۹/۰	۷۲/۰	۱۷۷/۰	کنترل	
۰.۸۸/۰	۰.۳۹/۳	۴۸	۱	۳۱۵/۰	۰۵۳/۰	۱۸۹/۰	۰۵۲/۰	آزمایه	کاربرد
				۱۷۴/۰	۲۷۳/۰	۲۰۰/۰	۰۷۶/۰	کنترل	
۰.۵۳/۰	۳۶/۵	۴۸	۱	۳۱۵/۰	۲۹۵/۰	۲۰۰/۰	۶۱/۰	آزمایه	نمره کل آزمون
				۶۶۸/۰	۰۶/۰	۲۳۵/۰	۲۰۰/۰	کنترل	

همانطور که در جدول فوق مشاهده می گردد نتایج آزمون کولموگروف - اسمیرونف، آزمون شاپیرو - ویلک برای هیچ یک از متغیرهای پژوهش معنادار نمی باشد ( $P > ۰۵/۰$ )، بنابر این می توان نتیجه گرفت که متغیرهای پژوهش دارای توزیع طبیعی هستند. همچنین نتایج آزمون لون نشان می دهد که واریانس همه متغیرهای پژوهش بین دو گروه برابر است و با یکدیگر تفاوت معنی دار ندارد ( $P > ۰۵/۰$ ). بنابر این فرض برابری واریانس‌ها پذیرفته می شود.



### بررسی فرضیه اصلی پژوهش

فرضیه اصلی پژوهش عبارت بود از "آموزش فیزیک به روش STEM در مبحث حجم و چگالی در مقایسه با روش سنتی در پیشرفت تحصیلی دانش آموزان دختر پایه دهم متوسطه اثر بخش است."

همانطور که پیش از این بیان شد جهت بررسی فرضیه اصلی پژوهش پس از اطمینان از رعایت پیش فرض‌ها (های طبیعی بودن توزیع داده‌ها و همگنی واریانس‌های متغیرهای پژوهش) در تحلیل کوواریانس برای تحلیل این فرضیه (جدول ۴-۳)، از آزمون تحلیل کوواریانس استفاده شد. نتایج آزمون تحلیل کوواریانس و همچنین میانگین‌های تعدیل شده به ترتیب در جدول ۴ ارایه شده است.

جدول ۵. نتایج تحلیل کوواریانس مربوط به گروه آزمایش و کنترل در متغیر پیشرفت تحصیلی مبحث حجم و چگالی

شاخص‌های آماری	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	سطح معناداری	مجذور اتا
صحت مدل	۰۹۶/۲۲۵	۲	۵۴۹/۱۱۲	۷۷/۱۶۰	۰۰۱/۰	۸۲/۰
گروه	۷۴۶/۱۱۳	۱	۷۴۶/۱۱۳	۴۸۴/۱۶ ۲	۰۰۱/۰	۷۷/۰
خطا	۹۰۲/۳۲	۴۷	۷۰۰/۰			

بر اساس جدول ۵ پس از کنترل اثر پیش آزمون، چون  $F(۴۷،۱) = ۴۸۴/۱۶۲$  حاصل شده در سطح معناداری ( $P = ۰۰۱/۰$ ) کوچک‌تر از  $۰۰۵/۰$  می‌باشد ( $p < ۰۰۵/۰$ )، لذا تفاوت معنی داری بین دو گروه آزمایش و کنترل در متغیر پیشرفت تحصیلی مبحث حجم و چگالی وجود دارد. بنابر این فرض اصلی پژوهش تأیید می‌شود.

فرضیه فرعی اول پژوهش عبارت بود از "آموزش فیزیک به روش STEM در مبحث حجم و چگالی در مقایسه با روش سنتی در سطح فهم و درک حیطه شناختی دانش آموزان دختر پایه دهم متوسطه اثر بخش است." همانطور که پیش از این بیان شد جهت بررسی فرضیه اول پژوهش پس از اطمینان از رعایت پیش فرض‌ها (های طبیعی بودن توزیع داده‌ها و همگنی واریانس‌های متغیرهای پژوهش) در تحلیل کوواریانس برای تحلیل این فرضیه (جدول ۴-۳)، از آزمون تحلیل کوواریانس استفاده شد. نتایج آزمون تحلیل کوواریانس و همچنین میانگین‌های تعدیل شده به ترتیب در جدول ۶ ارایه شده است.

جدول ۶. نتایج تحلیل کوواریانس مربوط به گروه آزمایش و کنترل در متغیر پیشرفت تحصیلی مبحث حجم و چگالی

شاخص‌های آماری	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	سطح معناداری	مجذور اتا
صحت مدل	۸۴۱/۵۶	۲	۴۲۰/۲۸	۳۹۸/۳۲	۰۰۱/۰	۵۸/۰
گروه	۵۴۴/۳۴	۱	۵۴۴/۳۴	۳۷۹/۳۹	۰۰۱/۰	۴۵/۰
خطا	۲۲۹/۴۱	۴۷	۸۷۷/۰			

بر اساس جدول ۶ پس از کنترل اثر پیش آزمون، چون  $F(۴۷،۱) = ۳۷۹/۳۹$  حاصل شده در سطح معناداری ( $P = ۰۰۱/۰$ ) کوچک‌تر از  $۰۰۵/۰$  می‌باشد ( $p < ۰۰۵/۰$ )، لذا تفاوت معنی داری بین دو گروه آزمایش و کنترل در متغیر درک و فهم حیطه شناختی مبحث حجم و چگالی وجود دارد. بنابر این فرض فرعی اول پژوهش تأیید می‌شود.

### نتیجه گیری

یکی از مهم ترین مسائل که به زیست بهتر انسان در قرن ۲۱ کمک می کند، نحوه ی آموزش در مدارس است، در نظام آموزش و پرورش ایران ، تدریس به گونه ایست که صرفا معلومات از ذهن معلم به دانش آموز منتقل می شود. استفاده معلمان از روش های تدریس سنتی و غیر فعال و ایجاد محیط یادگیری منفعل و خسته کننده باعث شده است که دانش آموزان نتوانند مهارت های مطالعاتی مستقل خود را پرورش داده و از پتانسیل واقعی خود استفاده کنند. یکی دیگر از مشکلاتی که امروزه در مدارس ما مشهود است بحث رفتار معلمان در کلاس درس است که بدون در نظر گرفتن میزان علاقه و استعداد دانش آموز نسبت به رشته ی درسی مورد تدریس، آن ها را به دو دسته ی دانش آموز زرنگ و قوی و دانش آموز تنبل و ضعیف تقسیم می کنند، گاهاً

دانش آموز به ظاهر قوی را مدام تشویق و تمجید و دانش آموز به ظاهر ضعیف را تحقیر می‌کنند، اما چه بسا همان دانش آموز ضعیف، در رشته‌ی دیگری بسیار قوی و موفق باشد.

این رفتارها عموماً در مدارس دیده می‌شوند، ذوق و استعداد دانش‌آموزان را کور می‌کنند و در کنار آن با دادن اعتماد به نفس‌های کاذب به دانش‌آموزان قوی، از آن‌ها بتی غیرواقعی می‌سازند که با وارد شدن به جامعه و محیط‌های کاری این بت فرو می‌شکند و آثار جبران‌ناپذیری به جای می‌گذارد.

لذا همان‌طور که قبل‌تر نیز مطرح کردیم، مدارس کشور ما نیازمند تغییرات اساسی در روش‌های آموزشی هستند. امروزه جامعه نیازمند الگوهای نوین و خلاق آموزشی است تا دانش‌آموزان را برای مقابله با بحران‌های زندگی و بهره‌گیری از فرصت‌ها و توانایی‌ها و خلاقیت‌های خویش آماده سازند. یکی از این الگوها و روش‌های فعال، روش تدریس تلفیقی STEM است، این روش که سال‌های سال در کشورهای پیشرفته‌ی دنیا در حال اجراست می‌تواند تا حدودی مشکلات آموزش در کشور ما را برطرف سازد. در این تحقیق با توجه به پویا بودن دانش‌آموزان در روش تدریس STEM، یادگیری مطالب و درک عمیق مفاهیم درسی توسط آنان بهتر صورت گرفته و در نتیجه آنها توانستند در پس آزمون عملکرد بهتری نسبت به گروه آزمایش داشته باشند با تاکید به نتایج این پژوهش می‌توان ادعا کرد که آموزش به روش STEM می‌تواند چنین محیطی را فراهم کند. بعلاوه برخی مفاهیم و موضوعات درس فیزیک به انجام کار در آزمایشگاه و در محیط خارج از مدرسه نیاز دارد. در چنین شرایطی دانش‌آموزان می‌توانند در محیط واقعی مفاهیم را بهتر درک کنند.

از طرفی چون در روش تدریس STEM، معلم صرفاً نقش یک راهنما را دارد و هر دانش‌آموز اجازه دارد دیدگاه و نظر خود را، فارغ از درست یا غلط بودن آن، بیان کند، باعث می‌شود تا یادگیری عمیق و معناداری در دانش‌آموز رخ دهد. در حالی که در آموزش به روش سنتی گاهی معلم به دانش‌آموز اجازه‌ی مشارکت، اظهار نظر و حتی سوال پرسیدن در طول تدریس را نمی‌دهد.

آموزش به روش STEM باعث به وجود آمدن ارتباط واقعی و رودررو بین دانش‌آموزان و معلم می‌شود. روش تدریس STEM همچنین باعث بوجود آمدن جو خوشایندی در کلاس درس می‌شود که این ویژگی باعث می‌شود دانش‌آموزان با میل بیشتری در فعالیت یادگیری مشارکت کنند، این مسأله همچنان که پیش از این نیز بدان اشاره شد، باعث می‌شود یادگیری معنادار در دانش‌آموزان بوجود آید و در نهایت موجب عملکرد بهتری در پس آزمون گردد. یکی از مهم‌ترین اهداف ما در تدریس به روش STEM این است که دانش‌آموزان روش‌های تکراری قبلی را کنار گذاشته و قدرت ریسک‌پذیری، تفکر نقادانه، قدرت خلاقیت و درک آن‌ها افزایش یابد. محقق در کلاس درس با دقت بر رفتار دانش‌آموزان دریافت، زمانی که آن‌ها آزمایش‌ها را با چشم خود و به طور عملی می‌بینند قدرت درک و فهم بیشتری نسبت به موضوع پیدا می‌کنند.

علاوه بر این‌ها از نتایج این تحقیق چنین بر می‌آید که به کارگیری روش تدریس STEM موجب ارتقاء سطح یادگیری دانش‌آموزان و پیشرفت تحصیلی آنها می‌شود، همان‌طور که در پژوهش حاضر، با اجرای روش STEM در درس فیزیک، مبحث حجم و چگالی پایه ی دهم دیدیم این روش باعث بالا بردن میزان درک و فهم دانش‌آموزان از مبحث مورد نظر و پیشرفت تحصیلی آن‌ها نسبت به تدریس سنتی شده است.

## منابع

- احمدی و همکاران، فاطمه، بررسی کیفیت آموزش مبحث الکترومغناطیس با رویکرد تلفیقی، STEM، ۱۳۹۸.
- آموزش فیزیک، ادوارد اف، جوردیش، ترجمه فاطمه احمدی، ۱۳۸۹
- سیف، علی اکبر. ۱۳۸۲، روانشناسی تربیتی، چاپ اول، انتشارات آگاه.
- شهبازلو، ف. (۱۴۰۰). تاثیر آموزش با رویکرد تلفیقی علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات در بافتار انرژی خورشیدیبر نگرش و پیشرفت تحصیلی دانش آموزان دختر، پژوهش در نظام های آموزشی. پاییز ۱۴۰۰، دوره ی ۱۵، شماره ۵۴
- مطلبی فرد، علیرضا و همکاران، چیستی و چرایی رویکرد تلفیقی با تأکید بر رویکرد میان رشته ای در آموزش، آموزش و بهسازی منابع انسانی، اردیبهشت ۱۳۸۹.
- E C Prima, T D Oktaviani, and H Sholihin, *STEM learning on electricity using arduino-phet based experiment to improve, ۸th grade students' STEM literacy.*
- Hamilton, E., Lesh, R., Lester, F., & Brilleslyper, M. (۲۰۰۸). Model-eliciting activities (MEAs) as a bridge between engineering education research and mathematics education research. *Advances in Engineering Education*, ۱(۲), ۱-۲۵
- Leung, Allen. (۲۰۱۸). Exploring STEM Pedagogy in the Mathematics Classroom: a Tool-Based Experiment Lesson on Estimation.

