دانشگاه فرهنگیان
فصلنامه پویش در آموزش علوم پایه
دوره هشتم، شماره ۲۷، تابستان ۱۴۰۱

Farhangian University
Quarterly Journal of Education in Basic Sciences
Volume ۸, Issue ۲۷, Spring, ۲۰۲۲

بررسی میزان اثربخشی آموزش مباحثی از فیزیک به روشSTEM بروی دانش اموزان پایه ی دهم تجربی شهرستان نیشابور

پروانه ذوالفقاری[۱]، محمد ابراهیمی دباغ[۲]، مهسا آریانفر[۳]

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 می‌شدند تمایل دارد. یکی از رویکردهای نوین آموزشی در زمینه تلفیق موضوعات، رویکرد آموزشی استم[۴] است. اصطلاح STEMوابسته به زمینه های علوم ، فناوری ، مهندسی و آموزش ریاضیات است. درواقع، به جای آموزش دادن این چهار رشته به صورت موضوعاتی جداگانه و گسسته، STEMآنها 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 STEMبرروی دانش اموزان پایه ی دهم تجربی شهرستان نیشابور صورت گرفت. بدین منظور نمونه ای به حجم ۵۰ دانش آموز پایه دهم ۲۵دانش اموز گروه کنترل و ۲۵ دانش اموز گروه ازمایش 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 دانش‌آموزان 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 اموزش فیزیک به روش STEM اثربخشی بیشتری نسبت به اموزش به روش سنتی دارد. (P<۰,۰۵) . همچنین نتایج ازمون 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<۰,۰۵).

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

[۱]. استادیار گروه علوم پایه، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران، نویسنده مسئول،p.zolfaghari@cfu.ac.ir

[۲] .استادیار گروه علوم پایه، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران .

[۳] .گروه علوم پایه، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران

[۴] STEM, Science, Technology, Engineering, Mathematics

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 می‌کنند و نوعی چالش و اضطراب برای چگونه بهتر زیستن را در او ایجاد می‌کنند که از یک‌جهت انگیزه‌های 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 پاسخ گوی نیازها و مشکلات جامعه باشند. در این بین فیزیک، به عنوان یک درس پایه و کاربردی از این تغییرات مبرا نیست.

در اموزش فیزیک گاها با دانش اموزانی رو به رو می شویم که توانایی درک آنچه تدریس می کنیم 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 (ادروارد 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[۱] 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 ازراه‌هایی 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[۲] در معنای کوشش و تلاش برای ایجاد ارتباط، اتصال ودر نهایت یکپارچگی بر تجربیات یادگیری دانش‌آموزان است. درواقع روش تلفیقی به معنای ترکیب چند حوزه‌ی مختلف محتوایی با موضوعات درسی است. یکی از امتیازات مهم رویکرد تلفیق در برنامه درسی، تزریق ویژگی چالاکی، 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 جدا کننده این رشته را برطرف می‌سازد.

STEMنوعی 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 STEMیک 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 ویژگی های منحصر به فرد رشته هادرفرایند ادغام چهار رشته می باشد(Hamilton, E., Lesh, R۲۰۰۸)

برایان مور[۳]، جانسون[۴] و رودینگ[۵] (۲۰۱۵)، سه مدل از آموزش تلفیقی استم را اینگونه تعریف می‌کنند: الف) ادغام محتوا، ب) ادغام پشتیبانی ازمطالب، ج) ادغام متن

---

[۱] Jacobs
[۲] Integrated
[۳] Brian Moore
[۴] Johnson
[۵] Rouding

۲-۱ 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 می کنند. برای مثال در ساخت سازه ی پل ماکارانی، زمینه ی مهندسی نقش ویژه ای در این فعالیت ایفا میکند، حال انکه سه زمینه ی ریاضیات،علوم و تکنولوژی نیز از فعالیت های مهندسی سازه پشتیبانی می کنند.

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 می کند. یک رویکرد برای ادغام حوزه‌های مختلف شیوه‌های آموزشی تشخیص اشتراکات و اختلاف بین دامنه‌هاست، این اشتراکات شبیه پل هایی برای برقراری ارتباطات و اختلافات برای حفظ یکپارچگی موضوع عمل می کنند (Leung, ۲۰۱۸).

در این زمینه سه رویکرد برای ادغام رشته‌های آموزش به روشSTEMمعرفی می کنیم.

الف) مدل سازی ریاضی

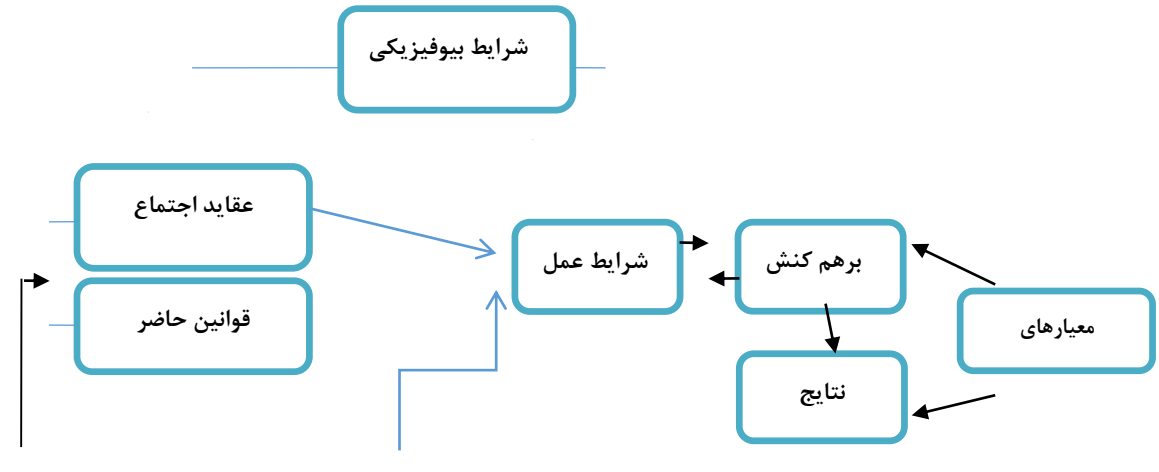
ب) آموزش مبتنی بر ابزار

ج) یادگیری مبتنی بر تحقیق

۳-توسعه ی حرفه ای معلمانSTEM

یکی از مهم ترین مسائل برای پیاده سازی اموزش به روش استم، حضور معلمانیست که اموزش های ویژه ی استم را دیده باشند،لذا توسعه حرفه ای معلمان در سرتاسر جهان به عنوان یکی از اجزای کلیدی سیاست های آموزشی محسوب می‌شود. زیرا معلم به عنوان مهم ترین عنصر در بررسی داده‌های تجربی حاصل از توسعه حرفه ای روش استم مطرح می باشد. قطعا بدون حضور معلمان آموزش دیده، پیاده سازی این روش در مدارس غیرممکن است.

توسعه حرفه‌ای به معنای ارائه تمایلات و ایده‌آل‌های بیرونی از طرف یک جایگاه قدرتمند است و معلم صرف نظر از اینکه به آن علاقه مند است یا نه باید از ان پیروی کند. از بهترین و کامل ترین مدل های ادراکی برای تغییر و آموزش حرفه‌ای معلمان مدل چهارچوب توسعه‌ای و آنالیز نهادی است که توسط آستروم در شکل۱ 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.



شکل ۱. چارچوب توسعه ای و انالیز نهادی توسط آستروم

پژوهش‌ها نشان می‌دهد که وقتی معلمان به منظور کسب دانش عملی متناسب با استم در یک برنامه توسعه حرفه ای شرکت می کنند، 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 حرفه‌ای همانند مدل آستروم مورد نیاز است. این مدل ادراکی باید چشم‌انداز 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 پژوهش‌های بسیار زیادی در خارج از کشور در زمینهSTEM کار شده است، اما مقالات و پژوهش‌های داخلی در این زمینه محدود هستند، در اینجا به چند نمونه از پژوهش‌های داخلی و خارجی می‌پردازیم.

۱-به‌عنوان‌مثال در یک پژوهش که درباره‌ی "بررسی کیفیت آموزش مبحث الکترومغناطیس با رویکرد تلفیقیSTEM " (فاطمه احمدی،۱۳۹۸) می‌باشد، محقق تأثیر شیوه‌ی تدریسSTEM بر روی یادگیری دانش‌آموزان را بررسی می‌کند. این پژوهش به‌صورت نیمه‌آزمایشی است، شامل ۶۵ دانش‌آموز پایه یازدهم که به دو گروه آزمایش و کنترل تقسیم شده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که به‌کارگیری روشSTEM نه‌تنها باعث پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان بلکه باعث ارتقا و بهبود سطح یادگیری آنها نیز شده است (احمدی و همکاران،۱۳۹۸).

۲-آلن لونج[۱] (Leung,۲۰۱۸)، در پژوهشی با نام "کاوش آموزشSTEM در کلاس ریاضیات مبتنی بر ابزار آزمایش و تخمین"، در ابتدا به چگونگی ادغام چهار موضوعSTEM، در یک برنامه‌ی درسی می‌پردازد. سپس با ارائه‌ی یک مسئله‌ی ریاضی ساده که براساس رویکردSTEM برنامه‌ریزی‌شده است، در یک کلاس درس، نحوه‌ی پاسخ‌دهی و درک دانش‌آموزان از موضوع را بررسی می‌کند. وی به این نتیجه رسیده که اگر به دانش‌آموزان در حل مسئله به اندازه‌ی کافی آزادی عمل داده شود، میزان یادگیری آن‌ها بسیار به چشم می‌آید. (سیف،علی اکبر،۱۳۸۳،روانشناسی پرورشی،روانشناسی تدریس و یادگیری)

۳-در مقاله‌ای از دکتر پریما[۲] تحت عنوان "یادگیری مبحث الکتریسیته به روشSTEM و با استفاده از نرم افزار فت[۳] جهت بهبودی سوادSTEM دانش‌آموزان پایه‌ی هشتم"، محقق با روشی آزمایشی دو کلاس را به‌صورت گروهی در نظر گرفته و مبحث الکتریسیته را به روشSTEM آموزش می‌دهد. نتیجه‌ی پیشرفت دانش‌آموزان نشان می‌دهد که پس از تدریس به این روش سواد آن‌ها 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 اموزان دختر" (شهبازلو و همکاران،۱۴۰۰) می باشد که نوعی پژوهش نیمه ازمایشی است و دانش اموزان گروه ازمایش به مدت ۷جلسه مجازی به شیوه ی استم تحت تعلیم قرار گرفتند. در نهایت اختلاف بین دو گروه آزمایش و کنترل به نفع گروه ازمایش معنادار بود.

٤-روش تحقیق

این پژوهش به منظور بررسی تاثیر آموزش به روشSTEM 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 ازمون پس ازمون با گروه کنترل نابرابر، انجام شده است و جمعیت هر دو گروه ازمایش و کنترل ۲۵ نفر است. جامعه آماری این تحقیق شامل کلیه دانشآموزان دختر پایه دهم متوسطه رشته تجربی شهر نیشابور که در سال تحصیلی ۱۳۹۹-۱۴۰۰ مشغول به تحصیل هستند، می باشد .

---

[۱] Allen Leung
[۲] Ec Prima
[۳] Ardui no-phet

ابزار گرداوری 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 تجزیه‌وتحلیل و بررسی قرار گرفت، و سپس به وسیله‌ی روش‌های آمار استنباطی،ازمون تحلیل کواریانس و ازمون تی، معناداری هریک 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 Spss ۲۲ 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 ازمون پیشرفت تحصیلی را به عنوان پیش ازمون و پس ازمون برگزار کرد. سپس در سه جلسه ی باقی مانده تدریس به روشSTEM انجام داد.

جدول ۱. شرح جلسات آموزشی بر مبنای روشSTEM وروش سنتی

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

روش تدریسSTEM در جلسه‌ی حجم یک نوع روش تدریس مبتنی بر ابزار بود، بدین صورت که دانش‌آموزان برای حل مسئله‌ی مطرح شده مجبور بودند از ابزارهای اندازه گیری که در ازمایشگاه قرار داشت استفاده کنند، این مسئله باعث می‌شد با ابزارهایی که در دنیای واقعی کاربردی هستند اشنا شوند. همین طور آن‌ها برای حل مسئله و استفاده از ابزارها گاهاً مجبور بودند از کامپیوتر و اینترنت استفاده کنند.

جلسات تدریس در ازمایشگاه 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 انکه هرگروه 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 اغاز 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.

جلسه‌ی سوم که در زمینه‌ی تدریس چگالی بود، با طرح یک آزمایش، برج چگالی اغاز شد. گروه‌ها با وسایلی که در اختیار داشتند آزمایش را انجام دادند، برخی از گروه‌ها بخاطر اشتباهاتی که در طول آزمایش داشتند مجبور به تکرار آن شدند. در نهایت پس از بحث و بررسی، کاربرگ‌های خود را پر کردند و به سوالات پاسخ دادند. در انتهای جلسه معلم با کمک دانش‌آموزان فرمول‌های چگالی را بیان کرد و در جلسه‌ی بعدی با حل چند تمرین و مسئله توسط دانش‌آموزان ملزم می‌شوند در گفتمانی که شامل درک مسئله است در مورد ایده‌ها یا تکنیک‌های ریاضی مورد نیاز برای حل مسئله شرکت کنند. آن‌ها با استفاده از مدل‌های جدید و مقایسه و تضاد با مدل هلی قبلی (نتایج مدل، کاوش، توضیح، شرح و ارزیابی) مسئله را حل می‌کنند.

معلم نقش یک راهنما، ممیز یا ارائه دهنده‌ی اطلاعات در زمینه‌ی مورد نظر را ایفا می‌کند. ترتیب درسی اجرا شده ممکن است از ترتیبی که مدنظر ما بود متفاوت باشد، لذا باید اجازه دهیم تا عناصر یادگیری خودگردان دانش اموز انعطاف پذیر باشد. لذا آن‌ها ازادند هر کاری را که دوست دارند انجام دهند. گروه‌ها برای انجام کارهای مشترک می‌توانند با یکدیگر مذاکره کنند و بهم کمک کنند.

۵-نتایج و بحث

امار توصیفی: در پژوهش حاضر اثربخشی آموزش فیزیک به روشSTEM در مبحث حجم و چگالی در مقایسه با روش سنتی در پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان دختر پایه دهم متوسطه در دو گروه سوالات درک و فهم و سوالات کاربردی مورد بررسی قرار گرفت. جداول زیر نشان دهنده ی وضعیت پیشرفت تحصیلی ان ها می باشد. نمونه ی سوالات پیش ازمون و پس ازمون در زیر اورده شده است.

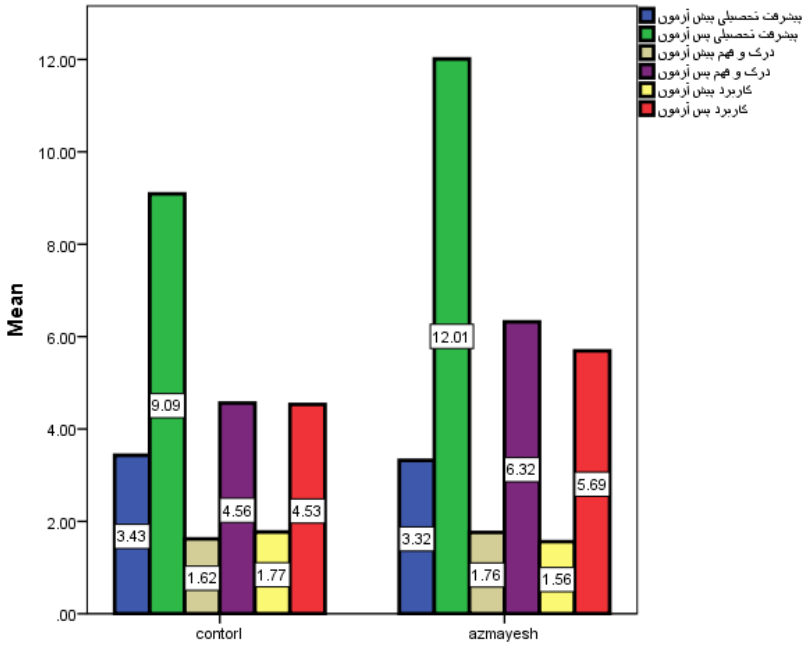
جدول ۲. نمونه سوال پیش ازمون، پس ازمون

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 (پایین‌تر، بالاتر) نسبت به مواد دیگر قرار می‌گیرد. 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 می‌گیرد. 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) ۱) $gr/Li\,t$ ۲) gr/m^3 ۳) $kg/Li\,t$ ۴) gr/cm^3	۵/۰
۳- یک فویل آلومینیومی را یک بار به حالت صفحه‌ی باز درون آب می‌اندازیم و یک بار مچاله می‌کنیم و می‌اندازیم. به نظر شما در کدام حالت بیشتر در آب فرو می‌رود؟ چرا؟ (درک و فهم) ۴-	۱
۵- یک نارنگی را یک بار با پوست و بار دیگر بدون پوست داخل آب می‌اندازیم. الف) پیش بینی کنید چه اتفاقی می‌افتد؟ (درک و فهم) ب) چه توجیهی برای این اتفاق دارید؟	۵/۱
۶- کره‌ای توپر به شعاع$20cm$ از ماده‌ای با چگالی $5\,gr/cm^3$ 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 می‌رسد؟ توضیح دهید. (درک و فهم)	۱

۸- چگالی هوا در حدود ۰/۰۰۱۳ gr/cm^3 است، جرم هوای یک اتاق به ابعاد ۵×۱۰×۱۰ m^3 چند کیلوگرم است؟ (کاربرد)	۵/۱
۹- یک مکعب آهنی توپر در اختیار شما قرار می‌گیرد، چگونه بفهمیم که درون آن حفره‌ای وجود دارد یا خیر؟ (درک و فهم)	۱
۱۰- درون استوانه‌ی مدرجی، آب وجود دارد. گلوله‌ی توپری به جرم ۴۲gr را داخل آب می‌اندازیم. سطح آب از ۵۰cm^3 به ۵۴cm^3 می‌رسد. چگالی گلوله چند gr/cm^3 است؟ (کاربرد)	۵/۱
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)	۱
۱۳- درون یک قطعه‌ی طلا به حجم ظاهری ۱۳cm^3 و جرم ۱۹۹gr حفره‌ای وجود دارد، اگر چگالی طلا ۱۹۰۰۰kgr/cm^3 باشد حجم حفره‌ی خالی چند cm^3 است؟ (کاربرد)	۲

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

متغیر		مرحله اندازه گیری	گروه	میانگین	انحراف معیار	واریانس	تعداد
پیشرفت تحصیلی	درک وفهم	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	۰۱/۱۲	۲۳/۱	۵۳/۱	۲۵
			کنترل	۰۹/۹	۱۸/۲	۷۷/۴	۲۵



نمودار۱.مقایسه ی میانگین ها در پیش ازمون و پس ازمون در متغیرهای پژوهش

جداول و نمودار بالا به طور محسوس نشان می دهد که میانگین نمرات ازمون پیشرفت تحصیلی،در پس ازمون گروه ازمایش در گروه سوالات درک و فهم ،گروه سوالات کاربردی، و البته در کل ازمون، بالاتر از گروه کنترل است.

امار استنباطی: در این پژوهش، ابتدا برای بررسی پیش 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

متغیر	گروه	طبیعی بودن				همگنی واریانس"لون" (پس آزمون)			
		کولموگروف – اسمیرونف		شاپیرو – ویلک					
		پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون	df ۱	df ۲	F	سطح معنی داری
		سطح معنی داری	سطح معنی داری	سطح معنی داری	سطح معنی داری				
درک و فهم	آزمایش	۲۰۰/۰	۱۴۱/۰	۱۴۴/۰	۱۶۷/۰	۱	۴۸	۲۱/۴	۰۶۵/۰
	کنترل	۱۷۷/۰	۷۲/۰	۳۹۹/۰	۱۶۳/۰				
کاربرد	آزمایش	۰۵۲/۰	۱۸۹/۰	۰۵۳/۰	۳۱۵/۰	۱	۴۸	۰۳۹/۳	۰۸۸/۰
	کنترل	۰۷۶/۰	۲۰۰/۰	۲۷۳/۰	۱۷۴/۰				
نمره کل آزمون	آزمایش	۶۱/۰	۲۰۰/۰	۲۹۵/۰	۳۱۵/۰	۱	۴۸	۳۶/۵	۰۵۳/۰
	کنترل	۲۰۰/۰	۲۳۵/۰	۰۶/۰	۶۶۸/۰				

همانطور که در جدول فوق مشاهده می‌گردد نتایج آزمون کولموگروف – اسمیرونف، آزمون شاپیرو – ویلک برای هیچ یک از متغیرهای پژوهش معنادار نمی‌باشد (P> ۰۵/۰)، بنابر این می‌توان نتیجه گرفت که متغیرهای پژوهش دارای توزیع طبیعی هستند. همچنین نتایج آزمون لون نشان می‌دهد که واریانس همه متغیرهای پژوهش بین دو گروه برابراست و با یکدیگر تفاوت معنی دار ندارد (P> ۰۵/۰). بنابر این فرض برابری واریانس‌ها پذیرفته می‌شود.

بررسی فرضیه اصلی پژوهش

فرضیه اصلی پژوهش عبارت بوداز" آموزش فیزیک به روشSTEM در مبحث حجم و چگالی در مقایسه با روش سنتی در پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان دختر پایه دهم متوسطه اثر بخش است."

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

جدول ۵. نتایج تحلیل کواریانس 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 حاصل‌شده در سطح معناداری (p= ۰۰۱/۰) کوچک‌تر از ۰۵/۰ می‌باشد (p< ۰۵/۰)، 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 بوداز" آموزش فیزیک به روشSTEM در مبحث حجم و چگالی در مقایسه با روش سنتی در سطح فهم و درک حیطه شناختی دانش‌آموزان دختر پایه دهم متوسطه اثر بخش است."

همانطور که پیش از این بیان شد جهت بررسی فرضیه اول پژوهش پس از اطمینان از رعایت پیش‌فرض‌ها (های طبیعی بودن توزیع داده‌ها و همگنی واریانس‌های متغیرهای پژوهش) در تحلیل کوواریانس برای تحلیل این فرضیه (جدول ۴-۳)، از آزمون تحلیل کواریانس استفاده شد. نتایج آزمون تحلیل کواریانس و همچنین میانگین‌های تعدیل شده به ترتیب در جدول ۶ ارایه شده است.

جدول ۶. نتایج تحلیل کواریانس 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 حاصل‌شده در سطح معناداری (p= ۰۰۱/۰) کوچک‌تر از ۰۵/۰ می‌باشد (p< ۰۵/۰)، 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 اموز منتقل می شود. استفاده معلمان از روش‌های تدریس سنتی و غیر فعال و ایجاد محیط یادگیری منفعل و خسته‌کننده باعث شده است که دانش‌آموزان نتوانند مهارت‌های 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 اموز نسبت به رشته‌ی درسی مورد تدریس، آن‌ها را به دو دسته‌ی دانش اموز زرنگ و قوی و دانش اموز تنبل و ضعیف تقسیم می‌کنند، گاهاً

دانش اموز به ظاهر قوی را مدام تشویق و تمجید و دانش اموز به ظاهر ضعیف را تحقیر می‌کنند، اما چه بسا همان دانش اموز 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 ومحیط های کاری این بت فرو می‌شکند و اثار جبران ناپذیری به جای می‌گذارد.

لذا همان طور که قبل تر نیز مطرح کردیم، مدارس کشور ما نیازمند تغییرات اساسی در روش‌های اموزشی هستند. امروزه جامعه نیازمند الگوهای نوین و خلاق آموزشی است تا دانش‌آموزان را برای مقابله با بحران‌های زندگی وبهره گیری از فرصت‌ها و توانایی‌ها و خلاقیت‌های خویش آماده سازند. یکی از این الگوها و روش‌های فعال، روش تدریس تلفیقیSTEM است، این روش که سال‌های سال در کشورهای پیشرفته‌ی دنیا در حال اجراست می‌تواند تا حدودی مشکلات آموزش در کشور مارا برطرف سازد.

در این تحقیق با توجه به پویا بودن دانش‌آموزان در روش تدریسSTEM، 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 روشSTEM می‌تواند چنین محیطی را فراهم کند. بعلاوه برخی مفاهیم وموضوعات 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 تدریسSTEM، معلم صرفا نقش یک راهنما را دارد و هر دانش اموز اجازه دارد دیدگاه و نظر خود را، فارغ از درست یا غلط بودن آن، بیان کند، باعث می شود تا یادگیری عمیق و معناداری در دانش اموز رخ دهد. در حالی که در اموزش به روش سنتی گاها معلم به دانش اموز اجازه‌ی مشارکت، اظهار نظر و حتی سوال پرسیدن در طول تدریس را نمی دهد.

اموزش به روشSTEM باعث به وجود امدن ارتباط واقعی و رودررو بین دانش‌آموزان و معلم می شود.

روش تدریسSTEM 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 روشSTEM این است که دانش‌آموزان روش‌های تکراری قبلی را کنار گذاشته و قدرت ریسک پذیری، تفکر نقادانه، قدرت خلاقیت و درک آن‌ها افزایش یابد. محقق در کلاس درس با دقت بر رفتار دانش‌آموزان دریافت، زمانی که آن‌ها آزمایش ها 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 می اید که به کارگیری روش تدریسSTEM موجب ارتقاء سطح یادگیری دانش‌آموزان و پیشرفت تحصیلی آنها می‌شود،همان طور که در پژوهش حاضر،با اجرای روش استم در درس فیزیک،مبحث حجم و چگالی پایه ی دهم دیدیم این روش باعث بالا بردن میزان درک و فهم دانش اموزان از مبحث مورد نظر و پیشرفت تحصیلی ان ها نسبت به تدریس سنتی شده است.

منابع

احمدی و همکاران،فاطمه، *بررسی کیفیت اموزش 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 اگاه.

شهبازلو،ف.(۱۴۰۰).تاثیر آموزش با رویکرد تلفیقی علوم،فناوری،مهندسی و ریاضیات در بافتار انرژی خورشیدیبر نگرش و پیشرفت تحصیلی دانش اموزان دختر،*پژوهش در نظام های آاموزشی*.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.