سال نخست، شمارهٔ یک، ۱۴۰۰ (۷۲-۶۳)

بررسی تأثیر آموزش پیش‌سازمان‌دهنده‌های دانش ریاضی بر پیشرفت تحصیلی درس فیزیک دانش‌آموزان دورهٔ دوم متوسطه*

مقاله پژوهشی

حمیدرضا وطن‌پور(۱) پروانه ذوالفقاری(۲) میترا ابراهیم‌زاده(۳)

چکیده *این پژوهش با هدف بررسی تأثیر آموزش پیش‌سازمان دهنده‌های دانش ریاضی بر پیشرفت تحصیلی درس فیزیک، بعد از بررسی کمبودهای کتب درسی ریاضی برای آموزش پیش‌نیازها، شناسایی اشتباهات ریاضی رایج در حل مسائل فیزیک و تنظیم محتوای آموزشی مناسب، در یک دورهٔ نه‌جلسه‌ای آموزشی- ترمیمی، مفاهیم ریاضی ضروری و موثر برای درک و حل مسائل فیزیک شناسایی و تحلیل شدند. پس از آن به شیوهٔ شبه آزمایش با گروه کنترل و پیش‌آزمون و پس‌آزمون و استفاده از آزمون t وابسته اثربخشی آموزش پیش‌نیازها بر پیشرفت تحصیلی درس فیزیک مورد آزمون قرار گرفت. جامعهٔ پژوهش کلیهٔ دانش‌آموزان دختر پایه‌های دهم و یازدهم مقطع متوسطهٔ دوم، رشتهٔ علوم تجربی شهرستان بجستان در سال تحصیلی ۹۹-۹۸ می‌باشند و نمونهٔ مورد نظر، ۳۲ نفر از دانش‌آموزان پایه‌های دهم و یازدهم رشتهٔ علوم تجربی در شهرستان بجستان می‌باشند که به روش نمونه‌گیری تصادفی خوشه‌ای چند مرحله‌ای انتخاب شده‌اند. نتایج حاصل از تحلیل داده‌ها نشان داد، تفاوت بین نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون در گروه آزمایش معنی‌دار است.*

واژه‌های کلیدی آموزش فیزیک، پیش‌سازمان‌دهنده‌های ریاضی، یادگیری فیزیک، پیشرفت تحصیلی.

The Effect of Teaching Mathematical Advanced Organizers on the Academic Achievement of High School students in the Physics Course

Hamid Reza Vatanpour Parvaneh Zolfaghari Mitra Ebrahimzadeh

Abstract *In the present study, with the aim of investigating the effect of teaching mathematics, advanced organizers on the academic achievement of physics and examining the shortcomings of mathematics textbooks for teaching the prerequisites for the learning of physics concepts, common mathematical miss-understandings in solving physics problems were identified. The appropriate content education were perfoprmed in a period of nine remedial sessions and students' essential math problems were analysed. A pre-test-post-test design was used to test the effect of the treatment (teaching mathematic advanced organizers) on academic achievement in physics by a paired sample t-test. The research population is all female students in the 10th and 11th grades of the secondary school in the city of Bajestan in the academic year of 2020, and the sample was 32 students of experimental sciences selected by multi-stage cluster random sampling method. The results of data analysis showed a significant difference between pre-test and post-test scores of the experimental group.*

Keywords Physics Education, Mathematical Advanced Organizers, Physics Learning, Academic Achievement

* تاریخ دریافت مقاله ۱۴۰۰/۰۳/۰۵ و تاریخ پذیرش آن ۱۴۰۰/۰۷/۰۷ می‌باشد.

(۱) نویسندهٔ مسئول: استادیار، گروه علوم پایه، دانشگاه فرهنگیان. **Email**: h_vatanpour@cfu.ac.ir

(۲) استادیار، گروه علوم پایه دانشگاه، فرهنگیان.

(۳) کارشناس ارشد فیزیک- دبیر آموزش و پرورش بجستان.

مقدمه

فیزیک درک قوانین طبیعت است. آگاهی از این قوانین نه‌تنها درک جهان پیرامون ما را ممکن می‌سازد بلکه تعامل ما با آن را به‌طور فزاینده‌ای بهبود می‌بخشد. هستهٔ اصلی فناوری، فیزیک است و امروزه فناوری بخشی جدایی‌ناپذیر از زندگی انسان است. بنابراین، آنچه مسلم است این است که آموزش فیزیک و یادگیری آن در حوزهٔ آموزش و پرورش به یک فوریت تبدیل شده‌است.

در دروس فیزیک از ریاضیات پایه استفاده می‌شود و آموزش فیزیک به پیش‌سازمان‌دهنده‌های دانش ریاضی (در این مقاله به‌عنوان پیش‌نیاز هم ذکر شده است) نیاز دارد. با استفاده از ریاضیات، اطلاعات فیزیک به نتایج قابل فهم‌تری تبدیل می‌شوند. پیشرفت‌های نظری عظیم فیزیک به‌صورت پیش‌بینی دربارهٔ کمیت‌هایی است که می‌توان آن‌ها را اندازه‌گیری کرد. به‌عنوان مثال، قانون دوم نیوتن $F = ma$ (نیرو برابر است با جرم ضرب در شتاب)، را در نظر بگیرید که شاید مهم‌ترین تک‌معادله در فیزیک باشد. فیزیک‌دانان به چه روشی غیر از معادله‌های ریاضی می‌توانند این رابطه‌ها را بیان نمایند؟ [1].

فیزیک و ریاضیات دیدگاه‌ها و روش‌های خاص خود را دارند. این عبارت کلی حتی با ساده‌ترین عناصر ریاضی قابل توضیح است. کار با اعداد در ریاضیات به دانش در مورد خصوصیات آن‌ها و قواعد محاسباتی نیاز دارد و هیچ معنای اضافی دیگری در ورای اعداد وجود ندارد. اما در فیزیک اعداد به یکاها متصل هستند و یک کمیت فیزیکی را بیان می‌کنند و نشان می‌دهند یک عدد بزرگ یا کوچک در دنیای واقعی معنای خاصی دارد. از این رو یک عدد، متغیر، تابع یا فرمول در دنیای فیزیک مملو از مفهوم است.

معانی مختلف احتمالی «متغیرها» و «عبارات جبری» در فیزیک نسبت‌به ریاضیات که اکثراً دانش‌آموزان قادر به برقراری ارتباط با آن‌ها نیستند، به‌وضوح بر مشکلات یادگیری دانش‌آموزان افزوده است [2].

مثال دیگر مفهوم «تابع» است. تعریف ریاضی آن بر جنبهٔ رابطهٔ نقطه‌به‌نقطه بین متغیرهای مستقل و وابسته متمرکز است. با این حال، در فیزیک، وابستگی تابعی مهم‌ترین جنبه‌ای است که چگونگی بستگی یک کمیت فیزیکی به سایر کمیت‌ها را توصیف می‌کند. به‌علاوه در فیزیک، این انتخاب وجود دارد که کدام متغیر وابسته و کدام متغیر مستقل باشد و بسته‌به موقعیت واقعی، نقش آن‌ها قابل تعویض است. همچنین اغلب، تمایز بین پارامترها و متغیرها برای دانش‌آموزان دشوار است [3].

نقش ریاضیات به‌عنوان یک ابزار و یک زبان نشان می‌دهد که برای درک فیزیک، باید از مهارت ریاضی کافی برخوردار بود. نقش مهم ریاضیات در فیزیک توسط دانشجویان و دانش‌آموزان بیشتر درک می‌شود. زیرا ریاضی یک ابزار حل مسئله در فیزیک است که با استفاده از آن اطلاعات به نتایج قابل فهم‌تری تبدیل می‌شوند. پدیده‌های مختلف را باید از طریق فرایند محاسباتی و مدل‌سازی ریاضی توضیح داد و عدم وجود مهارت‌های ریاضی در دانش‌آموزان باعث عدم تحقق یادگیری فیزیک برای آن‌ها خواهد شد. برخی مشکلات دانش‌آموزان در یادگیری فیزیک مربوط به توانایی ریاضی آن‌ها است که برای پیوند دادن مفاهیم ریاضی به دانش فیزیکی کافی نیست [4].

بسیاری از معلمان فیزیک، مشکلات دانش‌آموزان دررابطه‌با حل مسائل عددی فیزیک را ناشی از فقدان دانش ریاضی آن‌ها می‌دانند، درصورتی‌که تحقیقات نشان داده است حتی اگر دانش‌آموزان، دانش ریاضی

لازم را داشته باشند، باز وجود توانایی انتقال یادگیری بین ریاضی و فیزیک توسط آن‌ها تضمین نمی‌شود [5].

پیشینه

عناصر مختلف ریاضی مانند انواع نمودارها، تکنیک‌های پیشرفتهٔ ریاضی مانند انتگرال و مشتق و مهارت تجسم هندسی کلید اصلی توصیف مفاهیم، روابط و قوانین فیزیکی به‌حساب می‌آیند. پژوهش‌هایی به‌منظور بررسی تأثیر آموزش پیش‌نیازهای ریاضی در پیشرفت تحصیلی درس فیزیک و همچنین موضوعات پژوهشی دیگری در مورد تقابل ریاضیات و علوم صورت گرفته است.

«تأثیر کاربرد مفاهیم فیزیک در آموزش مفاهیم مشتق و انتگرال بر انگیزش تحصیلی ریاضی دانش‌آموزان» عنوان پژوهش کریمی، واحدی، رضایی و اقبالی در سال ۱۳۹۷ می‌باشد [۶]. هدف این تحقیق مقایسه و بررسی تأثیر کاربرد مفاهیم فیزیک و روش تدریس سنتی در آموزش مشتق و انتگرال بر انگیزش تحصیلی ریاضی دانش‌آموزان بود. نتیجه به‌این شرح بود که دانش‌آموزانی که با روش کاربرد مفاهیم فیزیک آموزش دیده بودند، انگیزش تحصیلی بالاتری را نشان دادند.

مرادخانی [۷] در پژوهشی اثربخشی آموزش پیش‌نیازهای دانش ریاضی را بر یادگیری دانش‌آموزان در مبحث شکست نور مورد ارزیابی قرار داده است. نتایج پژوهش نشان داد که بین آزمودنی‌های گروه آزمایش و کنترل، از نظر نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون در متغیر یادگیری تفاوت معناداری وجود داشت و آموزش پیش‌نیازهای ریاضی بر یادگیری دانش‌آموزان اثربخش بود.

چوبین پژوهشی با عنوان «بررسی تاثیر ترمیم دانش ریاضی بر ابراز وجود و پیشرفت تحصیلی درس فیزیک دانش‌آموزان دختر کلاس سوم تجربی ناحیهٔ دو بندرعباس» را در سال ۱۳۹۴ ارائه داد که در آن اثر ترمیم دانش ریاضی بر ابراز وجود دانش‌آموزان با استفاده از پرسش‌نامهٔ ابراز وجود گمبریل وریچی مورد بررسی قرار گرفت و مباحث ریاضی تدریس شده در جلسات ترمیمی تنها با توجه به تجربهٔ معلم انتخاب شده بودند [۸]. یافته‌ها نشان داد که ترمیم دانش ریاضی اثر مثبت و معناداری بر ابراز وجود و پیشرفت تحصیلی فیزیک داشته است.

چیسی (Chassy) و جونز (Jones) [9] در پژوهش خود با عنوان «نقش ریاضیات در یادگیری فیزیک» که در سال ۲۰۱۹ صورت گرفت به بحث دربارهٔ نقش ریاضیات به عنوان یک پیش‌نیاز برای فهم و بیان پدیده‌های فیزیکی پرداختند و ادبیات مربوط به شناخت فیزیک را بررسی کردند. این پژوهش، استدلال کرد که اگر آموزش ریاضی و فیزیک به‌طور مناسب تطبیق داده شده باشند، درک ریاضی و کاربردهای آن در فیزیک به‌طور موازی از یکدیگر پشتیبانی می‌کنند.

در پژوهشی با عنوان «ریاضی‌سازی به دنبال همبستگی بین محاسبات و مفاهیم: آموزش و ارزیابی برای فیزیک مقدماتی» در سال ۲۰۱۸، کائو (Kuo) و همکارانش [10] در یک مطالعهٔ نیمه‌تجربی، اثربخشی روش آموزشی مبتنی بر توسعهٔ مهارت‌های یادگیری ریاضی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان دادند که چارچوب‌های آموزشی و ارزیابی جدید در مورد حساس‌سازی ریاضی و مهارت‌های حل مسئله کارآمد بودند.

در سال ۲۰۱۸ فاطماریانت (Fatmaryanti) و همکارانش [11] پژوهشی با عنوان «یادگیری نیروی مغناطیسی با استفاده از پرسش‌نامهٔ هدایت‌شده و مدل بازنمایی‌های چندگانه (GIMuR) برای تقویت توانایی

مدل‌سازی ریاضی دانش‌آموزان» ارائه دادند. در این پژوهش، الگوی یادگیری جدیدی برای کمک به دانش‌آموزان در درک مفهوم نیروی مغناطیسی، با بازنمایی‌های مختلف و در اختیار قرار دادن توانایی مدل‌سازی ریاضیات ارائه شد. مدل GIMuR دارای پنج مرحله است: (۱) سازماندهی و جهت‌گیری، (۲) فرضیه، (۳) بررسی، (۴) نمایش و (۵) ارزیابی و تأمل. نتایج نشان داد که GIMuR می‌تواند یک الگوی جایگزین در یادگیری نیروی مغناطیسی باشد و توانایی مدل‌سازی ریاضی دانش‌آموزان را افزایش دهد.

«تأثیر دانش ریاضی بر عملکرد دانشجویان فیزیک در الکترومغناطیس» توسط گلادیس‌ایبیبو (Gladys Ibibo) و فرانسیس (Francis) مورد پژوهش قرار گرفت [12]. نتایج این تحقیق که در سال ۲۰۱۷ انجام شد نشان داد عملکرد دانشجویان در فیزیک (الکترومغناطیس) با توانایی ریاضیات، راهبردهای آموزشی و جنسیت آن‌ها تا حدود قابل توجهی ارتباط دارد.

روش پژوهش

این پژوهش با توجه به ملاک هدف از نوع تحقیقات کاربردی است و با توجه به معیار نحوهٔ گردآوری داده‌ها، پژوهش پیش رو یک پژوهش شبه‌آزمایشی با گروه کنترل به‌حساب می‌آید. طرح پژوهش به وسیلهٔ پیش‌آزمون و پس‌آزمون بر روی دو گروه آزمایش و کنترل انجام می‌شود.

جامعه عبارت است از گروهی از افراد، اشیاء یا حوادث که حداقل دارای یک صفت یا ویژگی مشترک هستند [۱۳]. در هر تحقیق قصد داریم تا نتایج تحقیق را از نمونه به جامعهٔ آماری تعمیم دهیم [۱۴]. جامعهٔ پژوهش، کلیهٔ دانش‌آموزان دختر پایه‌های دهم و یازدهم مقطع متوسطهٔ دوم، رشتهٔ علوم تجربی شهرستان بجستان در سال تحصیلی ۹۹-۹۸ می‌باشند.

نمونهٔ آماری تعداد محدودی از اعضای جامعهٔ آماری است که بیان‌کنندهٔ ویژگی‌های اصلی جامعه باشد و با n نمایش داده می شود. نمونهٔ آماری، معرف جامعه بوده و نتایج حاصل از مطالعهٔ ویژگی‌های آن قابل تعمیم به کل جامعهٔ آماری می باشد [۱۴]. نمونهٔ مورد نظر در این پژوهش، ۳۲ نفر از دانش‌آموزان پایه‌های دهم و یازدهم رشتهٔ علوم تجربی در شهرستان بجستان می‌باشند که به‌روش نمونه‌گیری تصادفی خوشه‌ای چندمرحله‌ای انتخاب شده‌اند.

گروه‌بندی دانش‌آموزان در دوگروه کنترل و آزمایش با استفاده از نمرات فیزیک و ریاضی نوبت قبل دانش‌آموزان به‌گونه‌ای صورت گرفت که توزیع دانش‌آموزان در دو گروه کنترل و آزمایش نرمال باشد. همچنین دو گروه نمونه از نظر متغیرهای مقطع تحصیلی، سن، جنس، منطقهٔ شهری، سطح تحصیلی و اقتصادی خانواده همتا بودند (جدول (۱)).

جدول ۱ مشخصات نمونه‌های پژوهش

نمونه‌ها	حجم نمونه	پایهٔ تحصیلی
گروه آزمایش	۱۶	دهم تجربی (۸نفر)
		یازدهم تجربی (۸نفر)
گروه کنترل	۱۶	دهم تجربی (۸نفر)
		یازدهم تجربی (۸نفر)

برای سنجش تأثیر آموزش پیش‌نیازهای ریاضی بر پیشرفت تحصیلی درس فیزیک از آزمون‌های محقق‌ساخته که قبلاً روایی و پایایی آن‌ها توسط محقق سنجیده شده، استفاده شده است. پیش‌آزمون و پس‌آزمون طراحی شده، هرکدام دارای ۲۰ سؤال می‌باشند. سؤالات پس‌آزمون هم‌سنگ با سؤالات پیش‌آزمون طراحی گردیده است.

در مرحلهٔ بعد اطلاعات مربوط به پیش‌نیازهای دانش ریاضی با روش‌های مختلف بررسی شدند. بسیاری از مواد تدریس و یادگیری در ریاضیات پیش‌نیاز فیزیک هستند؛ به‌عنوان مثال مثلثات در ریاضیات به آموزش و یادگیری بردارها و هندسه به مدل‌سازی در فیزیک کمک می‌کند [15]. گاهی کمبود دانش ریاضی دانش‌آموزان باعث می‌شود آن‌ها در حل مسائل فیزیک نیز ناتوان باشند و این کمبود به‌عنوان ضعف در یادگیری درس فیزیک تلقی می‌گردد. به‌منظور کشف کمبود دانش ریاضی دانش‌آموزان فعالیت‌های آن‌ها در پاسخ به سؤالات مختلف فیزیک بررسی و ثبت گردید.

مثال‌های زیر که دربارهٔ دانش‌آموزان سال دهم و یازدهم است را در نظر بگیرید:

به چند نفر از دانش‌آموزان سال دهم دو مسئلهٔ زیر داده شده است. در سؤال اول از دانش‌آموزان خواسته شده است بدون حل ریاضی به مسئله پاسخ دهند. اما سؤال دوم نیاز به مهارت دانش‌آموز در حل مسائل جبری و ساده‌سازی کسرها داشته است.

سؤال اول. چگالی مخلوط دو مایع آب و الکل با حجم‌های اولیهٔ $v_{\text{آب}}$ و $v_{\text{الکل}}$ برابر با ۰/۹۵ $\frac{g}{cm^3}$ است. اگر چگالی آب ۱ $\frac{g}{cm^3}$ و چگالی الکل ۰/۸ $\frac{g}{cm^3}$ باشد نسبت $\frac{v_{\text{آب}}}{v_{\text{الکل}}}$ چقدر خواهد بود.

الف) $\frac{1}{3}$ ب) ۱ ج) ۳

در پاسخ به این سؤال اکثر دانش‌آموزان با استفاده از مفهوم چگالی و دانستن این نکته که چگالی مخلوط به چگالی ماده‌ای که حجم بیشتری از مخلوط را شامل شده، نزدیک‌تر است توانستند گزینهٔ صحیح یعنی گزینهٔ «ج» را انتخاب نمایند.

سؤال دوم. مخلوطی از دو نوع مایع با چگالی‌های ρ_1 = ۹۰۰ $\frac{kg}{m^3}$ و ρ_2 = ۱۲۰۰ $\frac{kg}{m^3}$ درست شده است. اگر $\frac{1}{3}$ حجم آن از مایعی با چگالی ρ_1 بوده و $\frac{2}{3}$ باقی‌مانده از مایعی با چگالی ρ_2 باشد، چگالی مخلوط را به‌دست آورید.

از دانش‌آموزان خواسته شده است به سؤال دوم به‌صورت تشریحی و با استفاده از حل ریاضی پاسخ دهند. برخی دانش‌آموزان علی‌رغم اینکه در سؤال قبل توانسته بودند مفاهیم را به‌درستی به‌کار برند، به‌دلیل نداشتن مهارت در ساده‌سازی کسرها نتوانستند به این سؤال پاسخ صحیح دهند.

همچنین از دانش‌آموزان خواسته شد که جملهٔ «تندی متحرکی ۲۰ درصد کاهش یافته است» را به‌عنوان یکی از داده‌های مسئله به زبان ریاضی بنویسند. مشاهده شد اکثر دانش‌آموزان در بازنویسی عبارات متنی به عبارات جبری مشکل دارند.

هدف پژوهشگر از این فعالیت‌ها و ثبت پاسخ‌های دانش‌آموزان، شناسایی اشتباهات ریاضی رایج دانش‌آموزان در حل مسائل فیزیک و تنظیم محتوای آموزشی مناسب جهت استفاده در جلسات آموزش پیش‌نیازهای ریاضی به گروه آزمایش بوده است.

بعد از جمع‌آوری اطلاعات مربوط به پیش‌نیازهای دانش ریاضی (پیش‌سازمان‌دهنده‌های ریاضی) و بررسی کتب درسی ریاضی و فیزیک، و برگزاری پیش‌آزمون

در گروه‌های کنترل و آزمایش، برای دانش‌آموزان گروه آزمون طی ۹ جلسهٔ ۹۰ دقیقه‌ای مباحثی از ریاضیات دورهٔ متوسطه تدریس و اشکالات فراگیران در ارتباط با دانش ریاضی مورد نیاز توسط دبیر ریاضی برطرف شد. طرح‌درس‌های ارائه شده در جلسات آموزشی- ترمیمی با همکاری مشترک دبیر ریاضی و فیزیک به‌گونه‌ای طراحی شدند که کاربرد ریاضی در فیزیک درنظر گرفته شود و در آموزش ریاضی، از مثال‌های فیزیکی استفاده شود و به آموزش بین‌رشته‌ای نزدیک باشد. مفاهیم و مباحثی که جهت تدریس در دورهٔ آموزشی- ترمیمی ریاضی انتخاب شدند، طی فعالیت‌های انجام شده توسط پژوهشگر، مشخص گردید و شامل مباحثی از ریاضیات بود که دانش‌آموزان برای حل مسائل فیزیک به آن‌ها نیاز دارند و در یادگیری آن مطالب دچار ضعف می‌باشند؛ مباحثی که در کتاب‌های ریاضی آموزش داده نمی‌شوند مانند رسم و تحلیل نمودار عکس مجذوری و یا این‌که علی‌رغم آموزش در کتاب‌های ریاضی، دانش‌آموزان در استفاده از آن مطالب در فیزیک دچار اشکال و اشتباه هستند. به‌دلیل جلوگیری از آموزش زودهنگام و ایجاد اشکال در برنامهٔ آموزش ریاضی، آموزش مباحثی از ریاضی که با توجه به پیش‌نیازهای آن‌ها باید در پایه‌های بالاتر تدریس شوند، از برنامهٔ دورهٔ آموزشی حذف شدند، به استثناء دو مورد: ۱- روابط تکمیلی بین نسبت‌های مثلثاتی که با نظر دبیر ریاضی آموزش آن‌ها مشکلی در روند آموزش ریاضی به‌وجود نمی‌آورد و ۲- ترکیب توابع؛ در تدریس ترکیب توابع از بیان عنوان درس جلوگیری شد و دانش‌آموزان تنها به‌طور عملی با ترکیب چند تابع مختلف و ایجاد تابع جدید آشنا شدند. همچنین در مورد مواردی همچون تعیین دامنهٔ توابع ترکیب و ... نیز به دانش‌آموزان آموزشی ارائه نشد. برنامهٔ این دورهٔ آموزشی- ترمیمی به شرح زیر بود:

جلسهٔ اول: نمادگذاری علمی، اعمال جبری اعداد اعشاری.

جلسهٔ دوم: بازنمایی عبارات متنی به عبارات جبری و بالعکس.

جلسهٔ سوم: ساده‌سازی کسرها، ساده‌سازی عبارات گویا، اعمال جبری عبارات گویا (کسرها)

جلسهٔ چهارم: بررسی نمودار و معادلهٔ خط، استخراج معادلهٔ خط از نمودار، حل دستگاه معادلات خطی، حل معادلات رادیکالی

جلسهٔ پنجم: حل معادلات کسری، حل معادلات درجهٔ دوم

جلسهٔ ششم: رسم و تحلیل مقدماتی نمودار $y = \frac{1}{x}$ و $y = \frac{1}{x^2}$

جلسهٔ هفتم: ترکیب توابع

جلسهٔ هشتم: دایرهٔ مثلثاتی، نسبت‌های مثلثاتی، روابط تکمیلی بین نسبت‌های مثلثاتی

جلسهٔ نهم: رسم بردار برایند، تصویر کردن بردار در دو راستا، محاسبهٔ بردار برایند با استفاده از بردارهای واحد مختصات.

گردآوری و تحلیل داده‌ها

هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر آموزش پیش‌نیازهای دانش ریاضی (پیش‌سازمان‌دهنده‌ها) بر پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان در درس فیزیک می‌باشد. نمونهٔ پژوهش ۳۲ دانش‌آموز از مقاطع دهم و یازدهم رشتهٔ علوم تجربی شهرستان بجستان بودند که ۱۶ نفر از پایهٔ دهم و ۱۶ نفر از پایهٔ یازدهم انتخاب شدند. گروه‌بندی با استفاده از نمرات فیزیک و ریاضی نوبت قبل (خرداد

۹۸) دانش‌آموزان به گونه‌ای صورت گرفت که توزیع دانش‌آموزان در دو گروه کنترل و آزمایش نرمال باشد و همچنین در هر کدام از گروه‌ها ۸ دانش‌آموز از پایهٔ دهم، و ۸ نفر از پایهٔ یازدهم باشند. بعد از اجرای پیش‌آزمون، برگزاری دورهٔ آموزشی- ترمیمی ریاضی برای گروه آزمایش و اجرای پس‌آزمون، نمرات دانش‌آموزان که از ۲۰ نمره محاسبه شده بود توسط نرم‌افزار SPSS مورد تحلیل قرار گرفت.

هنگامی که توده‌ای از اطلاعات کمی برای تفسیر گردآوری می‌شود، ابتدا لازم است آن‌ها به‌صورتی که به‌روشنی قابل فهم و انتقال باشند، سازمان‌بندی و خلاصه شوند. روش‌های آمار توصیفی به همین منظور به‌کار برده می‌شوند [۱۳]. جداول (۲) و (۳) شاخص‌های توصیفی را برای داده‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون برای آزمودنی‌های گروه‌های کنترل و آزمایش نشان می‌دهد.

طبق جدول‌های (۲) و (۳)، میانگین نمرات پیش‌آزمون گروه کنترل برابر با ۱۳/۱۲ و در گروه آزمایش ۱۲/۹۳ اندازه‌گیری شده است که تفاوت چندانی با یک‌دیگر ندارند و قبل از آموزش پیش‌نیازهای ریاضی (پیش‌سازمان‌دهنده‌ها) دو گروه از لحاظ مهارت حل مسائل فیزیک هم‌سنگ یکدیگر بوده‌اند. بعد از برگزاری دورهٔ آموزشی- ترمیمی ریاضی و آموزش پیش‌نیازهای ریاضی به گروه آزمایش، میانگین نمرات پس‌آزمون برای گروه کنترل ۱۳/۳۱ و برای گروه آزمایش ۱۴/۳۱ گزارش شده و میانگین نمرات گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل پیشرفت داشته است که این موضوع تأثیر آموزش پیش‌نیازهای ریاضی در بهبود یادگیری فیزیک را نشان می‌دهد.

آزمون t وابسته یا همبسته در تحلیل آماری برای تجزیه و تحلیل داده‌هایی به کار می‌رود که هر یک از آزمودنی‌ها دو بار در دو شرایط مختلف مورد مشاهده و اندازه‌گیری قرار گرفته و اغلب اندازه متغیر در دو وضعیت (قبل و بعد) مورد بررسی قرار می‌گیرد. در این پژوهش نمرات فیزیک آزمودنی‌ها قبل و بعد از آموزش پیش‌نیازهای دانش ریاضی مورد مشاهده قرار گرفته و آزمون t وابسته برای تحلیل داده‌ها مناسب به نظر می‌رسد.

در بررسی فرضیه، آزمون t وابسته برای گروه کنترل به کار رفته است تا معنی‌دار بودن تفاوت نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون مورد بررسی قرار گیرد.

برای تأیید فرضیه، سطح معنی‌داری باید کمتر از ۰/۰۵ باشد، در مورد نمرات گروه کنترل، سطح معنی‌داری در حدود ۰/۵۶۶ محاسبه شده است به این معنا که تفاوت بین نمره‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون در گروه کنترل معنادار نیست.

جدول ۲ شاخص‌های توصیفی گروه کنترل

	پیش‌آزمون فیزیک گروه کنترل	پس‌آزمون فیزیک گروه کنترل
میانگین	۱۳/۱۲۵۰	۱۳/۳۱۲۵
انحراف معیار	۳/۰۸۴	۳/۲۷۰
واریانس	۹/۵۱۷	۱۰/۶۹۶
کمترین نمره	۷/۵۰	۷/۰۰
بیشترین نمره	۱۸/۰۰	۱۸/۰۰

جدول ۳ شاخص‌های توصیفی گروه آزمایش

	پیش‌آزمون فیزیک گروه آزمایش	پس‌آزمون فیزیک گروه آزمایش
میانگین	۱۲/۹۳۷۵	۱۴/۳۱۲۵
انحراف معیار	۳/۰۵۴	۲/۳۰۸
واریانس	۹/۳۲۹	۵/۳۲۹
کمترین نمره	۸/۵۰	۱۱/۰۰
بیشترین نمره	۱۹/۰۰	۱۸/۵۰

جدول ۴ آزمون t برای مشاهدهٔ پیشرفت تحصیلی گروه کنترل

	تعداد	میانگین	انحراف معیار	مقدار t	سطح معنی‌داری
پیش‌آزمون	۱۶	۱۳/۱۲	۳/۰۸	-۰/۵۸۸	۰/۵۶۶
پس‌آزمون	۱۶	۱۳/۳۱	۳/۲۷		

جدول ۵ آزمون t برای مشاهدهٔ پیشرفت تحصیلی گروه آزمایش

	تعداد	میانگین	انحراف معیار	مقدار t	سطح معنی‌داری
پیش‌آزمون	۱۶	۱۲/۹۳	۳/۰۵	-۵/۱۲۹	۰/۰۰
پس‌آزمون	۱۶	۱۴/۳۱	۲/۳۰		

آزمون t وابسته برای گروه آزمایش نیز به کار رفته است. نتایج در جدول ۵ ثبت شده است.

سطح معنی‌داری برای گروه آزمایش ۰/۰۰ به‌دست آمد که نشان می‌دهد تفاوت بین نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون در گروه آزمایش معنی‌دار است.

با توجه به نتایج آزمون t، تأثیر آموزش پیش نیازهای ریاضی بر بهبود یادگیری درس فیزیک تأیید شد.

نتیجه‌گیری

ریاضیات در آموزش و یادگیری فیزیک نقش مهمی دارد. نمادها و ابزار ریاضی اغلب برای توصیف مدل وقایع فیزیکی در دنیای واقعی استفاده می‌شوند [16]. ریاضیات بیش از یک ابزار حل مسئله در فیزیک بوده و بحث در مورد موضوعات فیزیک اساساً ریاضی است. ریاضیات و فیزیک دانش و علمی هستند که رابطه‌ای نزدیک و دوطرفه با هم دارند [17]. ارتباط نزدیک بین ریاضیات و شاخه‌های آن با فیزیک بر آموزش و یادگیری فیزیک تأثیر می‌گذارد. مواد ریاضی که به‌عنوان پایه در آموزش فیزیک مورد استفاده قرار می‌گیرند باید در مقطع پایین‌تر تدریس شوند.

با هدف بررسی تأثیر آموزش پیش‌نیازهای دانش ریاضی بر پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان در درس فیزیک، بعد از بررسی کمبودهای کتب درسی ریاضی برای آموزش پیش‌نیازها و اشکالات ریاضی دانش‌آموزان، در یک دورهٔ نه‌جلسه‌ای آموزشی-ترمیمی، اشکالات ریاضی مشکل‌ساز دانش‌آموزان برای درک فیزیک و حل مسائل آن حل شد و توسط

پیش‌آزمون و پس‌آزمون و استفاده از آزمون t اثربخشی آموزش پیش‌نیازها بر پیشرفت تحصیلی درس فیزیک مورد آزمایش قرار گرفت.

نتایج حاصل از تحلیل داده‌ها که با استفاده از آزمون t وابسته صورت گرفت، نشان داد تفاوت بین نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون در گروه آزمایش معنی‌دار است.

با هدف درک بیشتر تأثیر دانش ریاضی بر یادگیری فیزیک، پژوهشگر انجام پژوهشی به منظور بررسی تأثیر دانش ریاضی بر درک مفهومی فیزیک را پیشنهاد می‌دهد.

همچنین به‌منظور کاهش تأثیرات منفی ناشی از کمبود دانش ریاضی دانش‌آموزان در یادگیری فیزیک پیشنهادات زیر ارائه می‌گردد:

۱) ایجاد درک بهتری از معنی و کاربرد فرمول‌های فیزیک با استفاده از تفسیرهای گرافیکی آن‌ها در صورت امکان

۲) ترغیب برای انتقال دانش بین ریاضیات و فیزیک با استفاده از پیوند دادن زمینه‌ها و مباحث مختلف دو درس در هنگام آموزش فیزیک و ریاضیات

مراجع

1. Lewin W, Goldetein W. (2011). For the Love of Physics: From the End of the Rainbow to the Edge of Time - A Journey through the Wonders of Physics. Simon and Schuster.
2. Redish EF. (2005). Problem-solving and the use of mathematics in Physics courses. Invited talk presented at the conference, *World View on Physics Education in 2005: Focusing on Change*, Delhi, August 21-26, 2005.
3. Pospiech G. (2019). Framework of Mathematization in Physics from a Teaching Perspective, *Mathematics in Physics Education*, 1-33.
4. Pospiech G, Karam R, Bagno E, Redish EF, Bohm U, Pietrocola M, Bing T. (2009). Mathematization in physics lessons: problems and perspectives, *Physics Community and Cooperation*, 2, 66 – 70.
5. Planinic M, Susac A, Ivanjek L, Milin-Sipus Z.(2019). Comparing Student Understanding of Graphs in Physics and Mathematics, *Mathematics in Physics Education*, 233-246.

۶. کریمی،ن؛ واحدی،ح؛ رضایی،ر؛ اقبالی،ع. (۱۳۹۷). تأثیر کاربرد مفاهیم فیزیک در آموزش مفاهیم مشتق و انتگرال بر انگیزش تحصیلی ریاضی دانش‌آموزان. *پویش در آموزش علوم پایه*.۴(۱).

۷. مرادخانی، ا. (۱۳۸۹). *بررسی اثر بخشی آموزش پیش نیازهای دانش ریاضی بر یادگیری دانش‌آموزان در مبحث شکست نور در کلاس‌های متداول فیزیک* ، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی.

۸. چوبین،د .(۱۳۹۴). *بررسی تاثیر ترمیم دانش ریاضی بر ابرازوجود و پیشرفت تحصیلی درس فیزیک دانش‌آموزان دختر کلاس سوم تجربی ناحیه دو بندرعباس*، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه هرمزگان.

9. Chassy Ph, Jones J. (2019). The role of mathematics in the learning of physics. *Open Access Journal of Mathematical and Theoretical Physics*, 2(1), 6-8.
10. Kuo E, Hull M, Elby A, Gupta A. (2018). Mathematical Sensemaking as Seeking Coherence between Calculations and Concepts: Instruction and Assessments for Introductory Physics. *Physical review physics education research*, 16, 020109.
11. Fatmaryanti S, Suparmi, Sarwanto, Ashadi, Kurniawan H. (2018). Magnetic force learning with Guided Inquiry and Multiple Representations Model (GIMuR) to enhance students' mathematics modeling ability. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 19(1), Article 12.
12. Gladys Ibibo CO, Francis OI. (2017). Effects of Mathematics Knowledge on Physics Students Performance in Electromagnetism, *International Journal of Theoretical and Mathematical Physics 2017*, 7(4), 61-67.

۱۳. دلاور، ع.(۱۳۸۵). *احتمالات و آمار کاربردی در روان‌شناسی و علوم تربیتی*. انتشارات شاد. چاپ دوازدهم. تهران.

۱۴. حبیب‌پور، ک؛ صفری، ر. (۱۳۹۱). *راهنمای جامع کاربرد spss در تحقیقات پیمایشی (تحلیل داده‌های کمی)*، انتشارات متفکران، چاپ پنجم، تهران.

15. Retnawati H, Arlinwibowo J, F. Wulandari N, G. Pradani R. (2018) .Teachers difficulties and strategies in physics teaching and learning that applying mathematics, *Journal of Baltic Science Education*.17 (1), 130.
16. Redfors A, Hansson L, Hansson O, Juter K. (2014). .The role of mathematics in the teaching and learniong of physics. *Learning science: Cognitive, affective and social aspects*, Strand 2.
17. Doran, Y. J. (2017). The role of mathematics in physics: Building knowledge and describing the empirical world, *Onomázein, Número especial*, 209-226.