پژوهشی

اسداله مرادخانی
دانشجوی کارشناسی ارشد
آموزش فیزیک،
دانشگاه شهید رجایی تهران
فاطمه احمدی
استادیار دانشگاه
شهید رجایی تهران.

چکیده: اگر از دیدگاه تاریخی به ارتباط بین فیزیک و ریاضی نگاه کنیم به روشنی پیشرفت همگام ریاضی و فیزیک را درمی‌یابیم و هم این است که نمی‌توان آن را در آموزش و یادگیری این علوم نادیده گرفت. این مقاله به بررسی اثربخشی یادآوری و آموزش پیش نیازهای دانش ریاضی بر یادگیری مبحث شکست نور در کلاس‌های معمولی فیزیک پرداخته است. در واقع، در این تحقیق سعی شده است که تأثیر آموزش پیش نیازهای ریاضی از جمله توابع مثلثاتی، وارون کردن اعداد کسری و... را بر یادگیری ضریب شکست، زاویه حد و بازتاب کلی و همچنین اثر پیش نیازهای دانش ریاضی از جمله جمع جبری اعداد کسری، حل معادله درجه اول و ... بر یادگیری فرمول عدسی‌ها بررسی شود. این پژوهش به روش نیمه آزمایشی چهار گروهی سولومون، با دو گروه آزمایش و دو گروه گواه، انجام شده است. نتایج حاصل از این پژوهش می‌تواند در اهمیت رابطه بین این دو درس برای معلمان و دانش‌آموزان مفید باشد.

کلید واژه‌ها:
پیش نیازهای ریاضی، تدوین کتب درسی فیزیک، مهارت‌های ریاضی

بررسی اهمیت و ضرورت پیش‌نیازهای ریاضی در تدوین کتب درسی فیزیک

بیان مسئله

فیزیک مجموعه‌ای از تجربه‌های بشـر در طول تاریخ بشـریت، همراه با دسـتاورد رشـد عقلی بشر با نمود ریاضیات با هدف و شناسایی قوانین طبیعت است. به عبارت دیگر فیزیک علمی است که قوانین حاکم بر جهان طبیعت را بیـان می‌کند. بنابراین برای ارائه این قوانیـن به صورت معادله‌ها و رابطه‌هـای ریاضی، لازم اسـت که فیزیکدان با اصول و قوانین ریاضی آشنا باشد[۱]. بنابراین برای به دست آوردن درک کاملی از مفاهیم فیزیک ابتدا باید به طـور کامل با زبـان ریاضیات، که به بیان این مفاهیم می‌پردازد، آشنایی داشـته باشـیم. با این حال بسیاری از دانش‌آموزان در هنگام انجام تکالیف مربوط به مسـائل ریاضی موجود در درس فیزیک، ضعیف عمل می‌کنند. برای این مشـکل دست‌کم می‌توان به دو دلیل ممکن و مشخص اشاره کرد:

۱. ایـن دانش‌آمـوزان اساسـاً فاقـد مهارت‌های ریاضی لازم برای حل مسائل فیزیک هسـتند یا آشنایی مختصری دارند.

۲. آن‌ها نمی‌دانند چگونه از مهارت‌های خود بـرای حل مسـائل مختلف فیزیک استفاده کنند[۲].

با یک بررسی اجمالی کتاب‌های درسـی فیزیک، مباحثی دیده می‌شود کـه در هنـگام تدریـس مطالـب دانش‌آمـوز بـا مهارت‌هـای ریاضی لازم آشنا نیسـت این موضوع باعث می‌شـود که دانش‌آموز درک کاملی از آن مطالـب پیدا نکند. بـه عنوان مثال می‌توان بـه کتاب فیزیک سـال اول دبیرستان اشاره کرد. دانش‌آموز هنوز با توابع مثلثاتی آشنا نیست ولی باید در تعریف زاویه حد و ضریب شکست از آن اسـتفاده کند. یا به طور همزمان با خوانـدن درس ضریب شکسـت و زاویـه‌ی حد با توابع مثلثاتی آشـنا می‌شود. جالب اینکه بعضی از معلمان ریاضی آموزش این مبحث را به آخر کتاب موکـول می‌کننـد. بنابراین در تدوین کتب درسـی فیزیـک باید به این نکته توجه شـود که پیش‌نیازهای ریاضی لازم در نظر گرفته شـوند. در بعضی از موارد مشـاهده می‌شود که چون دانش‌آمـوز مهارت‌های ریاضی لازم را ندارد در حل مسـائل فیزیک ناتوان است. به عنوان مثال دانش‌آموز سال اول متوسطه چون مبحث مخرج مشـترک و یا حل معادله‌ی درجه اول را کـه در گذشـته خوانـده به خوبی یـاد نگرفته اسـت، نمی‌تواند از آن‌ها در حـل فرمـول عدسـی‌ها و آینه‌ها $(\frac{۱}{f}=\frac{۱}{q}+\frac{۱}{p})$ اسـتفاده کند و مثلاً در جـواب معادلـه $\frac{۱}{f}=\frac{۱}{۳}+\frac{۱}{۶}$ می‌نویسـد $\frac{۱}{f}=\frac{۲}{۹}$ یعنی صورت‌ها را بـا هم جمـع و مخرج‌هـا را نیز با هم جمع می‌کند. ضعف دانش‌آموزان در حـل مسـائل ریاضی مطـرح در درس‌های فیزیک باعث شده تا بسیاری از مؤسسـات و معلمان فیزیک برخی از مسـائل مهم فیزیک را که ریاضیات پیچیده‌تری دارند از برنامه درسی حذف کنند در صورتی که این مفاهیم فیزیکی آن‌ها را با بسیاری از مفاهیم مهم دیگر فیزیک آشـنا می‌کند و با حذف آن‌ها دانش‌آموزان فرصت مواجه شدن با این مسائل را از دست می‌دهند.

اهمیت و ضرورت موضوع

نخسـتین گام ضروری در درک اسـتفاده دانش‌آمـوزان از ریاضیات در متون فیزیک این اسـت که ببینیم این دانش‌آموزان با رابطه‌های ریاضی چه می‌کنند و یا به عبارتی چگونه از آن‌ها استفاده می‌کنند. نمی‌توان گفت دانش‌آموزان لزوماً به همان روشـی که معلمان به آن‌ها آموزش داده‌اند از روابط ریاضی استفاده کنند. استفاده از ریاضیات در متن درس فیزیک تنها زمانی امکان‌پذیر می‌شـود که پدیده موردنظر در بافت اصلی و اولیه خود مورد مطالعه و بررسی قرار گیرد. به عنوان مثال وقتی در فیزیک سال سوم دبیرستان رشته ریاضی می‌گوییم که نمودار فشـار (p) بر حسـب دمای مطلـق (T) برای یـک گاز کامل به صورت یک خط راسـت به صورت $y=ax$ اسـت همیـن را نمی‌توان در بافـت فیزیک به کار برد. اما وقتی به دانش‌آموز می‌گوییم معادله‌های زیر را با هم مقایسه کند:

N و R و V ثابت‌اند.

$$P=\frac{NR}{V}T\Rightarrow P=aT$$

$$\frac{NR}{V}=a\rightarrow \text{ثابت}$$

معادله خط راست $Y=aX$

سـپس می‌گوییم این دو معادله شـبیه هم هسـتند فقط به جای y و x بـه ترتیب P و T نشسـته‌اند تازه متوجه می‌شـود که چرا نمـودار به صـورت یک خط راسـت اسـت. امروزه، پژوهشـگران آموزشـی بر

در این تحقیق سعی شده است که تأثیر آموزش پیش‌نیازهای ریاضی از جمله توابع مثلثاتی، وارون کردن اعداد کسری و... را بر یادگیری ضریب‌شکست، زاویه حد و بازتاب کلی و همچنین اثر پیش‌نیازهای دانش ریاضی از جمله جمع جبری اعداد کسری، حل معادله درجه اول و ... بر یادگیری فرمول عدسی‌ها بررسی شود

نظریه آموزشی ساخت‌گرایی تأکید زیادی دارند. ردیش (redish ـ ۲۰۰۴) ساخت‌گرایی را این‌گونه تعریف می‌کند: دانش جدید باید با تداعی‌ها دانسته‌های قبلی ساخته شود، که البته تداعی یا وابستگی یک تکه اطلاعات به تکه‌ای دیگر خود به بافت مربوطه بستگی دارد[۳]. نقش مربی در یک نمونه‌ی ساختارگرا کمک به دانش‌آموزان برای تولید دانش جدید است. به منظور کمک به دانش‌آموزان، مربی باید قادر باشد آن‌چه که در ذهن دانش‌آموز می‌گذرد و هم‌چنین عواملی که باعث می‌شوند او دچار اشتباه شود را به درستی تعیین کند. دانش‌آموزان برای حل مسائل فیزیک باید ابتدا معلومات و مجهولات را تشخیص دهند و بتوانند به صورت مجموعه‌ای از معادله‌های ریاضی درآورند. در یک پژوهش، مونک (monk)، لاک‌هید (loch-head) و کلمنت (clemen ـ ۱۹۸۱) حل مسئله‌ی ساده توسط دانشجویان را مورد بررسی قرار دادند. در این بررسی مشاهده کردند که دانشجویان در تبدیل صورت مسئله به معادله‌های جبری مشکلات اساسی دارند. کلمنت و سایرین برای بررسی دقیق‌تر این مطلب مجموعه‌ای از مسائل را مطرح ساختند که در زیر یک نمونه از این مسائل را بررسی می‌کنیم: در یک دانشگاه تعداد دانشجویان ۶ بار از تعداد استادان بیش‌تر است. آن را به صورت معادله بنویسید (برای نشان دادن تعداد دانشجویان از حرف s و برای نشان دادن استادان از حرف p استفاده کنید). این سؤال به ۱۵۰ دانشجوی حسابداری و ۴۷ دانشجوی ممتاز در رشته‌های غیرعلوم ارائه شد. پاسخ درست این مسأله $s = 6p$ است. با این حال ۳۷ درصد از دانشجویان حسابداری و ۵۰ درصد از دانشجویان ممتاز در رشته‌های غیرعلوم نتوانستند پاسخ درست را به دست آورند. اشتباه مشترک همه‌ی آن‌ها این بود که معادله را به صورت 6s=p نوشتند. کلمنت و سایرین در توضیح این اشتباه را تطبیق ترتیب کلمات نامیدند، یعنی تبدیل مستقیم و منظم کلمات به علائم جبری. بنابراین جمله‌ی ۶ بار تعداد دانشجویان از استادان بیشتر است به این صورت نوشته می‌شود 6s=p، زیرا در این جمله ترتیب ظاهر شدن کلمات در صورت مسئله به صورت ۶، دانشجو و استاد است[۴]. مشابه این مورد را در فیزیک سال اول می‌توان دید، وقتی می‌گوییم طول تصویر ۶ بار از طول جسم بزرگ‌تر است بیش‌تر دانش‌آموزان یا نمی‌توانند آن را به صورت یک معادله جبری بنویسند یا اشتباهی مانند بالا را انجام می‌دهند. حال، مثال زیر که درباره‌ی یک دانش‌آموز سال دوم دبیرستان به نام مریم است را درنظر بگیرید. مسئله‌ای که مریم روی آن کار می‌کند به شرح زیر است:

فرض کنید در یک آزادراه با سرعت $100\,km/h$ در حال حرکت هستید در مسیر خود از تابلویی عبور می‌کنید که روی آن نوشته شده است: «۶۰۰ متر تا پایان آزاد راه باقی مانده است»، راننده چه‌قدر فرصت دارد تا مسیر خود را تغییر دهد (برای تغییر مسیر خود چه مدت زمانی نیاز دارد)؟ مریم در حل مسئله با مشکل برخورد کرد. بنابراین از معلم خود خواست تا مسئله را برایش توضیح دهد. به او گفت ابتدا به یکاهای ارائه شده در مسئله دقت کن. اگر من ۱۰۸ کیلومتر بر ساعت را بر متر بر ثانیه تبدیل کنم ۳۰ متر بر ثانیه را به دست می‌آورم که سرعت راننده در حال حرکت را نشان می‌دهد اگر در هر ثانیه ۳۰ متر طی کنیم حال ۶۰۰ متر را در چه زمانی طی خواهیم کرد؟ مریم به‌درستی تشخیص می‌دهد که استفاده از یک تناسب می‌تواند به حل مسئله کمک کند، اما در چگونگی استفاده از این روش با مشکل مواجه است. یک توضیح معمول این است که او نمی‌داند چگونه این تناسب را به صورت صحیح تشکیل دهد. مشابه همین مورد در فیزیک سال اول دبیرستان دیده می‌شود، وقتی به دانش‌آموز گفته می‌شود «اگر انرژی شیمیایی موجود در پنیر تازه ۵ کیلو ژول بر گرم باشد» با خوردن چند گرم پنیر ۵۰ کیلو ژول انرژی به دست می‌آوریم؟ دانش‌آموز به راحتی تشخیص می‌دهد که با یک تناسب ساده می‌تواند مسئله را حل کند اما نمی‌تواند این تناسب را به‌درستی تشکیل دهد و نهایتاً به صورت زیر عمل می‌کند و به جواب ۱gr ۵۰kJ اشتباه می‌رسند.

۵۰kJ ۱gr
۵۰kJ X
$\Rightarrow X = 5 \times 50 = 250$

در تشکیل این تناسب ساده دانش‌آموز نمی‌داند که باید گرم

در تدوین کتاب‌های درسی فیزیک باید به این نکته توجه شود که پیش‌نیازهای ریاضی لازم در نظر گرفته شوند. در بعضی از موارد مشاهده می‌شود که چون دانش‌آموز مهارت‌های ریاضی لازم را ندارد در حل مسائل فیزیک ناتوان است

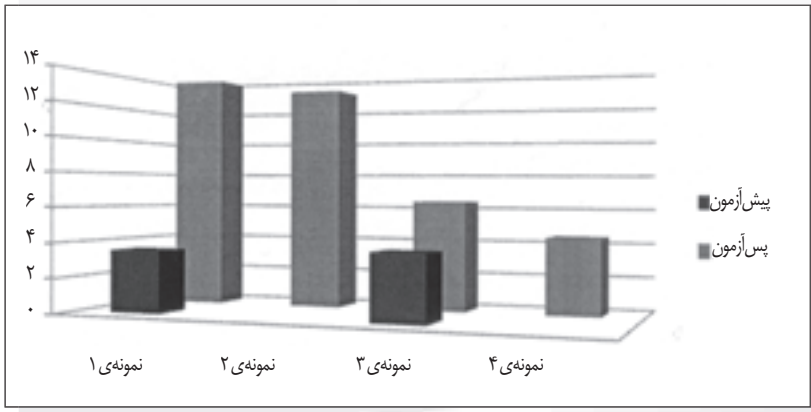
زیـر گرم و کیلو ژول زیر کیلو ژول باشد به همین خاطر به‌جواب اشتباه می‌رسد. بنابراین ابتدا باید ببینیم که دانش‌آمـوزان در اسـتفاده از دانش ریاضی در بافـت فیزیک دچار چه نوع اشتباهاتی می‌شوند تا بتوانیم با رفع این اشـتباهات باعث عملکرد بهتر آن‌ها در درس فیزیک شویم.

شرح

این پژوهـش در واقع مطالعه‌ای شـبه تجربی بود که به روش چهار گروهی سولومون با دو گروه آزمایش (نمونه‌هـای ۱ و ۲) و دو گروه گواه (نمونه‌هـای ۲ و ٤) انجـام شـده است[۵]. این طرح برای چهار کلاس سال اول متوسطه در مبحث شکست نور اجرا شـده اسـت. در دو گروه آزمایش قبل از تدریس پیش‌نیازهای ریاضی مربوط به آن درس توسـط محقق ارائه شـده، سـپس درس را ارائـه می‌دهیم در حالـی که یکی از آن‌ها پیش آزمون دریافت و دیگری پیش آزمون دریافت نمی‌کند و برای دو گروه گواه (کنترل) پیش نیازهای ریاضی مربوط به درس ارائه نمی‌شود بلکه فقـط درس را ارائه می‌دهیم در حالـی که یکی از آن‌هـا پیش‌آزمون دریافت و دیگری دریافت نمی‌کند. نمونه دوم برای از بین بردن آثار پیش آزمون در نمونه ۱ و همچنین نمونه چهارم برای از بین بـردن آثار پیش آزمون در نمونه ۳ انتخاب می‌شوند. در این‌جا به مقایسـه‌ی بین میانگین نمره‌هـای به دسـت آمـده در پیش آزمـون و پس آزمـون نمونه‌ها اکتفا می‌کنیم که خلاصه آن را در جدول و همچنین نمودار شکل زیر می‌بینند.

مقایسه‌ی پیش‌آزمون و پس‌آزمون همه‌ی نمونه‌ها

نمونه	میانگین نمره‌های پیش‌آزمون	میانگین نمره‌های پس‌آزمون
نمونه‌ی ۱	۳/۵۷	۱۳/۷۹
نمونه‌ی ۲	*	۱۳/۰۳
نمونه‌ی ۳	۳/۸۰	۶/۴۰
نمونه‌ی ۴	*	۴/۴۳



نمودار مقایسه‌ی پیش‌آزمون و پس‌آزمون همه‌ی نمونه‌ها

بحث و بررسی نتایج

پـس از اتمـام دوره آموزشـی در دو نمونـه آزمایشـی و دو نمونه کنترل (گواه) و برگزاری آزمون‌های یادگیری نتایجی بدین شرح حاصل شد:

متوسـط نمره‌های پیش آزمون یادگیری برای نمونه آزمایشـی یک (نمونه یک) ۳/۵۷ بود که با پیشرفت ۱۰/۲۲ واحدی به عدد ۱۳/۷۹ در پس آزمون رسیده است. نمره‌های کمینه و بیشینه در پیش آزمون به ترتیب ۲ و ۷ بود که ایـن مقادیر در پس آزمون به ۱۱ و ۱٦ افزایش یافته‌اند. متوسط نمره‌های پیش آزمون یادگیری برای گـروه کنترل یک (نمونه سـه) ۳/۸ بوده که با پیشـرفت ۲/٦ واحدی به عدد ٦/٤ در پس آزمون رسیده است. نمره‌هـای کمینه و بیشـینه در پیش آزمـون بـه ترتیب ۲ و ٦ اسـت که ایـن مقادیر در پس آزمون به ٤ و ۱۰ افزایش یافته‌اند همان‌طور که ملاحظه می‌کنیم دانش‌آموزانی که پیش‌نیازهای ریاضی مربوط به مبحث شکست نور را دریافت کرده‌اند (نمونه‌های ۱ و ۲) نسبت به دانش‌آموزانی که این پیش نیازها را دریافت نکرده‌اند (نمونه‌های ۳ و ٤) عملکرد بهتری در آزمون‌های یادگیری داشته‌اند.

منابع

۱. هانـس سـی اوهانیـون. «فیزیـک اوهانیون جلـد اول». ترجمه ناهید ملکـی جیرسـرایی. چاپ‌خانـه‌ی انتشـارات علمی و فرهنگی. چاپ اول ۱۳۷۱.

2. Tuminaro J. "A COGNITIVE FRAMEWORK FOR ANALYZING AND DESCRIBING INTRODUCTORY STUDENT USE AND UNDERSTANDING OF MATHEMATICS IN PHYSICS". University of Maryland.2004.

3. Redish, e.f (2004). A theorical Framework for physics Education Research: Modeling Student Thinking. Ir proceedings of The Varenna Summer School, "Enrico Fermi" course CLVI, (Italian Physical Society).

4. Clement, J, Lochhead, J. and monk, G.S.(1981). Traslantion difficulties in Learning mathematics. Americar mathematical Monthly; V 88n4p286-290.

۵. بـازرگان، عبـاس. سـرمد، زهـره. حجازی، الهه. «روش‌های تحقیق در علوم رفتاری». انتشارات آگاه، چاپ ششم، تهران ۱۳۸۱.