

شناسایی اثر متقابل ریاضی و فیزیک در آموزش فیزیک در حوزه PCK

ناصر کریمی^۱، نوید الیاسی^۲

چکیده

پژوهش حاضر اثرات متقابل دو درس ریاضی و فیزیک را در آموزش فیزیک بوسیله مصاحبه با دبیران فیزیک با تجربه، مورد ارزیابی قرار می دهد. در ضمن مصاحبه، پرسشنامه هایی در اختیار دبیران قرار گرفت تا بوسیله آن ها بتوانیم داده های عددی قابل محاسبه و نتیجه بخش را بدست آوریم. در مصاحبه ها نظرات و زوایای دید هر یک از دبیران با رعایت اهمیت موضوع، مورد بررسی قرار گرفت. سپس نتایج این مصاحبه ها طبقه بندی و مجزا شدند. نتیجه کل، که در واقع تقابل میان فیزیک و ریاضی را نشان می داد مورد ارزیابی قرار گرفت. سپس با وارد کردن نتایج بدست آمده حاصل از پرسشنامه در نرم افزار تحلیل آماری توانستیم چهارچوب مناسب را جهت تشکیل ساختاری متناسب با الگوهای دانش موضوعی بدست آوریم.

کلمات کلیدی: تقابل ریاضی و فیزیک، دوره متوسطه، دانش موضوعی، دبیران فیزیک.

^۱استاد یار دانشگاه فرهنگیان، گروه علوم پایه، تهران، ایران، نویسنده مسئول، n.karimi@cfu.ac.ir

^۲دانشجوی رشته آموزش فیزیک، دانشگاه فرهنگیان، ایران.

دریافت: ۹۸/۲/۱ پذیرش: ۹۸/۳/۷

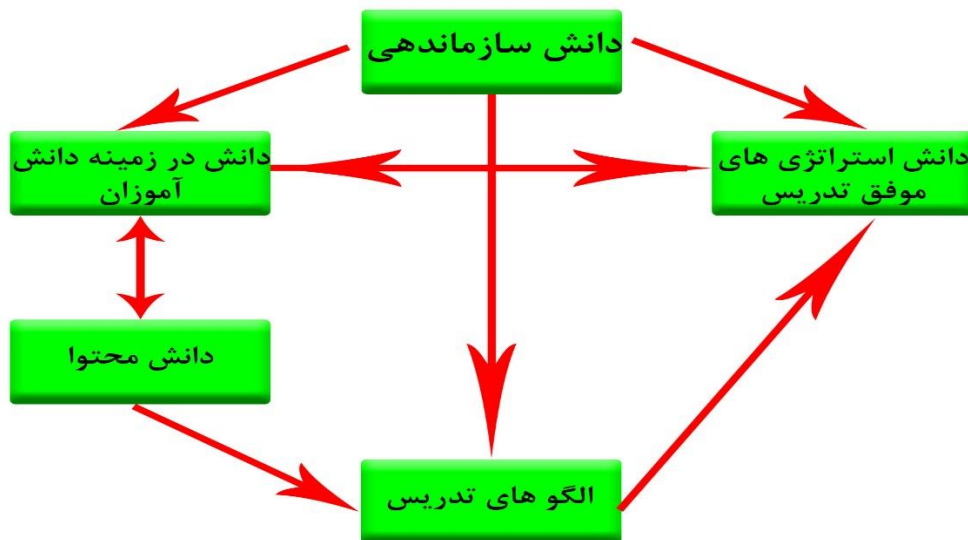
مقدمه

ریاضی و فیزیک دارای یک رابطه متقابل و در عین حال پر ثمر هستند. در تاریخ و برای سالهای متمادی ریاضی به عنوان یک ابزار مهم در فیزیک شناخته می شود [۱]. بنابراین باید این تقابل پر ثمر برای فهم علوم طبیعی به دانش آموزان در مدارس آموزش داده شود. تقابل میان ریاضی و فیزیک تاریخ چندین و چند ساله ای دارد که از نقطه نظر های متفاوت از تاریخ علم و فلسفه مورد مطالعه قرار گرفته است. در همه مقاطع تحصیلی، تقابل و تقاطع میان فیزیک و ریاضی در آموزش فیزیک وجود دارد. تنها دلیلی که دانش آموزان در مدارس نمی توانند ارتباط مناسب و قابل توجهی را میان مفاهیم فیزیک و ریاضی پیدا کنند، عدم وجود مدلی مناسب برای آموزش آن است. تحقیقات نشان می دهند که دانش آموزان در سنین و مقاطع تحصیلی متفاوت توانایی لازم برای تفسیر پدیده های فیزیک و روابط ریاضی مربوط به آن ها را ندارند. کائو گزارش می دهد که مهندسين تازه فارغ التحصيل شده نمی توانند رابطه بین یک پدیده فیزیکی که با بیان ساده قابل توجیه هستند را به روابط ریاضی ربط بدهند [۲]. همچنین پژوهش های فیسکا [۳] نشان می دهد که دانش آموزان دبیرستانی قادر نیستند که تعبیر فیزیکی فرمول های ریاضی را به درستی بیان کنند. تحقیقات باگنو [۴] نیز نشان می دهد دانش آموزان دوره دبیرستان و همچنین دبیران آن ها نمی توانند تعبیری کیفی از مدارات جریان مستقیم داشته باشند. در حالی که می توانند به وسیله معادلات ریاضی به جواب خواسته شده مسئله دست پیدا کنند [۵]. از طرفی دانش آموزان این دوره هنگامی که با علامت های جبری متفاوت و زیاد روبه رو می شوند توانایی تشخیص درست آن ها را از دست می دهند [۶]. محققان پی برده اند که در جریان محاسبات فیزیکی استدلال های ادراکی و ریاضی با هم تلاقی می یابند [۷].

با در نظر گرفتن لیاقت و شایستگی ریاضی دبیران فیزیک، تحقیقات کوهن [۶] نشان می دهد که میزان درست بودن تعبیر مربوط به پدیده های فیزیکی که توسط دبیران ارائه می شود تا حد زیادی به دانش ریاضی آن ها مربوط می شود. البته باید در نظر گرفت که کدام زمینه از فیزیک با ریاضیات تلاقی دارد و تقابل میان آن ها را به میان می کشد [۶].

ما در این پژوهش نظرات و زوایای دید دبیران خبره فیزیک (با در نظر گرفتن تلاقی و تقابل میان ریاضیات و فیزیک در آموزش فیزیک) را مورد مطالعه قرار داده و تمام گامهای نهاده شده در این پژوهش را به یک چهار چوب کلی برای PCK تبدیل می کنیم.

پژوهش حاضر با اقتباس از روی الگویی از PCK که قبلا پیشنهاد شده بود، انجام گرفته است [۸]. (نمایه شماره ۱)



شکل ۱

مگنوسن گرایش های مختلفی از تدریس علوم را بیان نموده و یک سری پیشنهادات را به معلمان ارائه می کند: در واقع آنها می خواهند به دانش آموزان کمک کنند که " قدرت پردازش علمی " خود را ارتقا دهند; ظاهری متفاوت را نسبت به علوم نشان دهند; حقایق علم را بیان کنند; پیشرفت دانش و علم را برای دانش آموزان سهل و ساده سازند و از ارائه صرفا خام مطالب خود داری کنند; از دانش آموزان دعوت کنند که در مورد راه حل مسائل تحقیق کنند و جواب را برای حل مسئله ارائه نمایند; علوم را به صورت یک سوال و پرسش ارائه دهند; گروهی از دانش آموزان را تشکیل دهند که نسبت به بیان واقعیت های فیزیکی اطراف خود و همچنین استفاده از ابزار های مختلف برای درک آن ها احساس مسئولیت کنند.

دانش موضوعی PCK

شالمن در کنفرانس بین المللی در دانشگاه تگزاس اعلام کرد که عامل مهمی در پژوهش های آموزشی به خصوص در پژوهش های راجع به شناخت معلم نادیده انگاشته شده است. در همین سال شالمن دانش های معلمی را شامل دانش محتوایی، دانش عمومی پداگوژی، دانش برنامه درسی، دانش درباره یادگیرنده و ویژگی هایش، دانش زمینه تربیتی، دانش درباره اهداف آموزشی و دانش محتوایی تعلیم و تربیت را معرفی کرد و از بین این دانش ها دانش محتوایی تعلیم و تربیت را قدرتمندترین آن قلمداد کرد. این اولین باری بود که دانش محتوایی تعلیم و تربیت مطرح شد و آن عبارت است از: ترکیبی از دانش تربیتی و دانش محتوایی که مربوط به معلم می شود و به او کمک می کند محتوای مورد تدریس خود را در مسیر یادگیری دانش آموزان به جریان بیندازد [۹]. در واقع می توان گفت دانش محتوایی تعلیم و تربیت تعامل موضوعات درسی و روش های مؤثر تدریس برای کمک به یادگیری موضوعات

درسی است. معلم براساس دانش محتوایی تعلیم و تربیت می تواند استراتژی های خاص و اطلاعات دانش تربیتی (PK^۱) را برای تصمیم گیری در مورد چگونگی تدریس موضوعات درسی یا دانش محتوا (CK^۲) انتخاب کند. PCK در واقع هدفش تلفیق دانش های عام تعلیم و تربیت با زمینه عمل واقعی است که معلم با آن مواجه می شود [۱۰]. برای کمک به نیل به این هدف، شالمن به سیاست حرفه ای کردن شغل تدریس گرایش پیدا کرد این ادعا که تدریس یک حرفه است بر اساس این اعتقاد شکل گرفت که یک دانش پایه برای تدریس وجود دارد [۱۱]. ارزش دانش خاص تعلیم و تربیت از سال ۱۳۹۰ به بعد مورد تأکید قرار گرفت اما هنوز فرایند توسعه ی دانش خاص تعلیم و تربیت چندان در میان دانشجو معلمان شناخته شده نیست. در واقع هیچ مفهوم جهانی پذیرفته شده راجع به این که دانش خاص تعلیم و تربیت چیست وجود ندارد [۱۲]. شالمن دانش محتوایی تعلیم و تربیت را این چنین معرفی می کند: ترکیبی از محتوا و تعلیم و تربیت است برای درک مسائل، مشکلات، مباحث سازماندهی شده برای همخوانی و انطباق با علایق و توانایی های مختلف فراگیران و ارائه یک PCK ارتقای صلاحیت حرفه ای معلم با رویکرد دستورالعمل برای آموزش [۱۳]. دغدغه دانش محتوایی تعلیم و تربیت، آموزش موضوعات خاص است و از دانش عمومی تعلیم و تربیت (دانش کلی و عمومی معلم از فرایند تعلیم و تربیت و دانش موضوعات درسی یا دانش محتوا و دانش معلم از موضوعات درسی و ماهیت آن) متمایز می شود. دانش محتوایی تعلیم و تربیت اشاره به دانش شخصی و خصوصی معلمان دارد که نمی توان آن را به عنوان یک حیطه دانش مستقل و واقعی در ذهن معلم در نظر گرفت بلکه دانش محتوایی تعلیم و تربیت ابزاری اکتشافی برای تأمل راجع به دانش معلم است. گراسمن معتقد است که این دانش شامل دانش شناخت از مشکلات دانش آموزان، تصورات غلط از موضوعات درسی، دانش روش ها و راهبردهای آموزشی، آگاهی از برنامه درسی و آگاهی از ارزشیابی به منظور تدریس اثربخش دانش محتوا می باشد. کوچران نیز معتقد است که دانش محتوایی تعلیم و تربیت از سه دانش، دانش تربیتی، دانش موضوعات درسی و دانش زمینه ای تشکیل شده است و ی هم چنین معتقد است تدریس اثربخش تلفیق این سه دانش می باشد [۱۴]. با این حال به نظرمی رسد اکثر دانشمندان با شالمن موافق هستند که فهم مشکلات یادگیری دانش آموزان و دانش بازنمایی موضوعات درسی برای غلبه بر این مشکلات دو عنصر اساسی دانش محتوایی تعلیم و تربیت هستند [۱۵].

حل مسئله^۳

حل مسئله بخشی از تفکر است. در واقع حل مسئله که پیچیده ترین بخش هر عملیات فکری تصور می شود، به عنوان یک روند مهم شناختی تعریف می گردد که محتاج تلفیق و مهارت های بنیادین و معمولی است. حل مسئله وقتی مطرح می شود که یک موجود زنده یا یک سامانه ی هوش مصنوعی نداند که برای رفتن از یک موقعیت به موقعیت دیگر باید چه مسیری را پیماید. این نیز خود بخشی از روند یک مسئله بزرگ تر است که یافتن مسئله و شکل دهی مسئله بخشی از آن می باشد.

^۱ Pedagogical content

^۲ Content knowledge

^۳ Problem Solving

گام های حل مسئله

۱. فهم مسئله: در این مرحله می باید درک کاملی از مسئله در ذهن خواننده بوجود آوریم. این یعنی باید بفهمیم مسئله چه معلوماتی بما داده است و چه مواردی را از ما خواسته است.

۲. انتخاب روش: در این مرحله با استفاده از درکی که از مسئله در ذهن ما وجود دارد یکی از روش های مناسب برای حل این مسئله را انتخاب می کنیم.

۳. اجرای روش: پس از انتخاب روش مناسب برای حل مسئله آن را اجرا می کنیم.

۴. بازگشت به عقب: جوابهای بدست آمده را با صورت مسئله مقایسه کرده و یکبار دیگر مراحل بالا را مرور می کنیم تا مطمئن شویم قسمتی از مسئله را اشتباه نرفته یا جا نینداخته باشیم.

از جمله افرادی که به رویکرد یادگیری مبتنی بر حل مسئله توجه کردند، جان دیویی، هوارد باروز، اشتاین، برانسفورد، جورج پولیا و شوتفیلد بودند. بنا به تعریف باروز و تمبلین در ۱۹۸۰ [۱۶]، یادگیری مبتنی بر حل مسئله، یادگیری است که از فرایند کار در راستای درک و فهم یا حل مسئله به دست می آید. بعضی از پژوهشگران معتقدند که می توان روش حل مسئله را به فراگیر آموزش داد و این آموزش را می توان آموزش فراگیران برای کسب توانایی حل مسائلی تعریف کرد که فرد قبلاً حل آنها را نیاموخته باشد. در چشم انداز وسیع تر، هدف آموزش حل مسئله، بهتر کردن عملکرد فراگیران در آزمونهای انتقال آموخته هاست. تعریف عامیانه حل مسئله با یافتن راه حلی برای یک مسئله تعبیر می شود. اما یک تعریف علمی دقیق تر، حل مسئله را مهارتی تلقی می کند که از آن برای تجزیه و تحلیل، راهبردی کردن و گشودن موقعیتهای دشوار و پاسخگویی به سؤالات استفاده می شود. مهارت حل مسئله، فراگیر را به چهارچوب منظمی برای تجزیه و تحلیل تفکرش در موقعیتهای حل مسئله، به روال غیر معمول در مواجهه با مسائل غیر معمول، مجهز می کند؛ مسائل غیر معمول، مسائلی اند که راه حل از پیش تعیین شده ای برای آنها وجود ندارد. یک عامل مهم برای شناخت مسائل معمول از مسائل غیر معمول، دانش فراگیر درباره مسئله است. مسائل معمول به مسائلی اطلاق می شود که فراگیر قبلاً مشابه آنها را حل کرده است و نیازمند یک تفکر مولد مجدد است، یعنی تولید مجدد پاسخهایی که پیشتر تولید شده اند؛ بنابراین مسائل معمول را تمرین می نامند. بر خلاف مسائل معمول، مسائل غیر معمول، مسائلی اند که یادگیرنده برای پاسخ دادن به آنها به تفکر مولد نیاز دارد. برای حل این دسته از مسائل، فراگیر باید از فعالیت فکری خود برای اولین بار استفاده کند [۱۷].

پولیا حل مسئله را چنین تعریف می کند [۱۶]: یافتن راه غلبه بر مشکل و راه فائق آمدن بر مانع و دستیابی به هدفی که به طور سریع و آسان دست یافتنی نیست. مایر نیز سه جنبه عمده تعاریف حل مسئله را خلاصه کرده است: حل مسئله یک فعالیت شناختی است؛ زیرا در درون نظام شناختی یادگیرنده روی میدهد. حل مسئله یک فرایند است؛ (زیرا دستوری یا انجام دادن عملیات ویژه روی دانش مسئله حل کن است) و نهایتاً حل مسئله فعالیتی جهت دار است (چون یادگیرنده برای دستیابی به برخی اهداف می کوشد).

الگوهای حل مسئله

۱. الگوی جان دیویی: جان دیویی فرایند جریان حل مسئله را با یافتن عواملی آغاز می کند که موجب ایجاد مسئله شده اند. روش او دارای پنج مرحله است: (۱) مشخص کردن مسئله (۲) حدس زدن و یا مشخص کردن علل مسئله (۳) در نظر گرفتن راه حل های ممکن (۴) انتخاب بهترین راه حل، و (۵) اجرای راه حل انتخابی. دیویی برای تبیین مسئله به مثالی اشاره می کند: فردی که در جنگل می رود ممکن است به گودالی برسد که او را از رفتن باز دارد. در اینجا عمق، پهنای گودال و لغزنده بودن دیواره های آن مشکل آفرین هستند (علل مسئله). در این موقعیت فرد راههای مختلفی برای عبور از گودال در نظر می گیرد، هر یک کار آنها را ارزیابی میکند و سرانجام راه حل نهایی را به کار می گیرد و مسئله را حل می کند.

الگوی IDEAL: این الگو را اشتاین و برانسفورد معرفی کردند که: I نشاندهنده شناسایی مسئله، D نشان دهنده تعریف مسئله، E نشان دهنده کشف مسئله، A نشان دهنده عمل کردن با توجه به راه حل های کشف شده، L مرور مراحل گذشته و ارزشیابی فعالیت های انجام یافته می باشد.

هدف پژوهش

هدف از انجام این پژوهش درواقع تعیین میزان تقابل ریاضی و فیزیک در تدریس فیزیک و تاثیر آن بر حل مسئله دانش آموز در راستای PCK می باشد.

فرضیه پژوهش

آنچه از نتایج این پژوهش انتظار خواهد رفت این است که دبیران فیزیک بیشتر از مفاهیم فیزیک برای پیش برد اهداف مطرح شده در محتوای تعیین شده برای پایه های مختلف، در آموزش استفاده می کنند.

روش شناسی پژوهش

پژوهش حال حاضر با توجه به ماهیت آن و مراحل انجام یافته و اهداف در نظر گرفته شده در گروه پژوهش های کاربردی و به لحاظ روش جمع آوری داده ها در زمره پژوهش های شبه آزمایشی قرار می گیرد.

جامعه و نمونه آماری

جامعه آماری در این پژوهش کلیه دبیران فیزیک مدارس سطح شهر شهرستان تبریز در سال تحصیلی ۹۶-۹۷ بود. برای نمونه گیری در این پژوهش از روش نمونه گیری هدفمند استفاده شد. ضمن اینکه جامعه آماری، شامل کلیه معلمان فیزیک شهرستان تبریز در سال تحصیلی ۹۶-۹۷ بوده که از بین این معلمان ۲۰ نفر به صورت هدفمند انتخاب شدند. معمولاً بر اساس مدل پژوهش های شبه آزمایشی حداقل ۱۵ نفر برای هر یک از اهداف انتخاب می شوند.

ابزار گردآوری

پرسشنامه یکی از ابزارهای رایج تحقیق و روشی مستقیم برای کسب داده های تحقیق است. پرسشنامه مجموعه ای از سوال ها (گویه ها) است که پاسخ دهنده با ملاحظه آنها پاسخ لازم را ارائه می دهد. این پاسخ، داده مورد نیاز پژوهشگر را تشکیل می دهد.

سوال های پرسشنامه را نوعی محرک-پاسخ می توان محسوب کرد. از طریق سوال های پرسشنامه می توان دانش، علایق، نگرش و عقاید فرد را مورد ارزیابی قرار داد، به تجربیات قبلی وی پی برده و به آنچه در حال حاضر انجام می دهد آگاهی یافت. باید توجه داشت که در برخی فرهنگ ها با توجه به شرایط اجتماعی، پرسشنامه نمی تواند داده ها را با دقت لازم، همانند یک مصاحبه عمیق، بدست دهد. بنابراین برای بالابردن دقت داده های گردآوری شده، توصیه می شود که تکمیل پرسشنامه همراه با سایر ابزارهای گردآوری داده ها باشد. در غیر اینصورت باید داده های حاصله را با قید احتیاط به کار برد.

دکتر احمد توکلی در کتاب "مصاحبه حرفه ای" در تعریف مصاحبه می گوید: مصاحبه فرایندی تعاملی - ارتباطی میان دو گروه است که حداقل یکی از آنها هدف مشخصی دارد. فرایند مصاحبه همچنین شامل پرسش و پاسخ است. مصاحبه یک مهارت است و تعریف مهارت این است: مهارت یعنی فراگیری یک فعالیت. بنابراین مصاحبه مهارتی است که از طریق آموزش آموخته می شود. مصاحبه ذاتی نیست، اکتسابی است. مصاحبه یک هنر است. ما از مصاحبه برای گرفتن و دادن اطلاعات استفاده می کنیم. همچنین مصاحبه، تبادل اطلاعات میان خبرنگار و منبع خبر است که اگر خبرنگار پرسش های خود را با تدبیر و زیرکی بپرسد، می تواند اخبار و اطلاعات بسیاری از منابع کسب کند.

در پژوهش حاضر سعی شده است که پرسشنامه موردنظر به شکلی طراحی شود که تمام جنبه های مربوط به تقابل میان ریاضی و فیزیک مورد بررسی قرار دهد و تا بتوانیم به عنوان یک مرجع برای مقایسه میان نتایج بدست آمده حاصل از مصاحبه با دبیران فیزیک قرار دهیم .

شیوه نمره گذاری

در ابتدا سوالات را نسبت به تاثیری که می توانند در آموزش فیزیک داشته باشند، به صورت نظامند تقسیم بندی می کنیم سپس گزینه های هر سوال با در نظر گرفتن تاثیر منفی و مثبت را که به صورت طیف لیکرت هستند، امتیاز بندی می کنیم.

- سوال های M معرف تاثیر مفاهیم ریاضی در آموزش فیزیک
- سوال های P معرف تاثیر مفاهیم فیزیک در آموزش فیزیک

| امتیاز بندی سوالات M | امتیاز بندی سوالات P |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • بسیار زیاد=۱ • زیاد=۲ • متوسط=۳ • کم=۴ | <ul style="list-style-type: none"> • بسیار زیاد=۴ • زیاد=۳ • متوسط=۲ • کم=۱ |

اکنون داده های کمی تبدیل به اعداد می شوند و از آنجایی که هر مولفه برگرفته از برآیند چند سوال پرسشنامه است، میانگین مجموع امتیازات سوالات مرتبط را که به شیوه فوق کدگذاری شده اند، محاسبه می نمایم. بدین ترتیب به یک رشته از اعداد می رسم.

یافته های پژوهش

یافته های این تحقیق نشان می دهد که دبیران با هدف پروراندن و رشد اهداف آموزشی خود از تقابل میان ریاضی و فیزیک استفاده می کنند. آنان از فیزیک برای ساخت ابزار ریاضی و از ابزار ریاضی برای ساده سازی مفاهیم فیزیک استفاده می کنند. ریاضیات در کل برای مطالعه سیستم های فیزیکی، حل یک مسئله مربوط به فیزیک و برای فهم بیان کلی از مسائل فیزیک مورد استفاده قرار داده می شود. در بررسی مصاحبه هایی که از دبیران متعدد اتخاذ گردید می توان هر یک از نمونه های داده شده توسط این افراد را در زیر مشاهده کرد:

نمونه ۱: در اپتیک و نورشناسی دانش آموز قانون اسنل دکارت را به صورت $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$ یاد می گیرند. هنگامی که نور از یک فضا با ضریب شکست کم وارد فضایی با ضریب شکست متوسط زیاد می شود مشکلی برای دانش آموز پیش نمی آید. ولی در حالت عکس مشکلاتی برای دانش آموز به وجود می آید، چراکه ممکن است بازتاب کلی رخ دهد. در اینجا است که ریاضیات به ما نشان می دهد که با پدیده جالبی روبه رو شده ایم. این نمونه نشان دهنده این است که معلم به اهمیت موضوع پی می برد و از تشریح ریاضی برای فهم درست مرزهای اعتبار سنجی استفاده می کند. در ادامه معلم دانش آموز را به وسیله یک فهم و بینش فیزیکی مجهز می کند: به هنگام تشریح ریاضی یک قانون فیزیک شما را به سوی محاسبات و ریاضیات پیچیده سوق می دهد سپس مسیر خود را به سمت طبیعت ادامه دهد.

نمونه ۲: حداقل نیرویی را در نظر بگیرید که برای سر نخوردن یک جسمی به جرم m در مقابل یک جسم به جرم M لازم است. (شکل ۲)

اگر بین دو جسم اصطکاک وجود داشته باشد ولی بین سطح زمین و جسم M اصطکاک نباشد جواب چیزی نیست جز:

برای درک عمیق جواب فوق دانش ریاضی و مفاهیم فیزیک به کمک هم می آیند. ابتدا دانش آموزان با استفاده از دانش ریاضی با توجه به قوانین نیوتن جواب فوق را بدست می آورند. سپس برای درک و احساس فیزیکی معلم سوالاتی مفهومی از دانش آموزان می پرسد. بعنوان مثال می پرسد اگر اصطکاک

بین جسم M و سطح زمین وجود داشته باشد چه اتفاقی رخ می دهد یا اگر اصطکاک بین جسم M و m وجود نداشته باشد چه اتفاقی برای این سیستم فیزیکی پیش می آید؟.

در این جاست که معلم می تواند به دانش آموز این پیام را برساند که چقدر ریاضیات در حل مسائل مربوط به فیزیک می توانند موثر باشد. به عبارتی حل مسئله را ساده تر و سهل تر نماید. در مثال بعدی می توانیم ببینیم که چگونه یک دبیر فیزیک می تواند با طرح یک سوال از عملکرد یک سیستم فیزیکی که پایه و اساس آن متغیرهای ریاضی هستند در کلاس، دانش آموزان را به چالش بکشد:

نمونه ۳: (بحث در مورد نور و بازتاب نور بود) من ابتدا در کلاس با استفاده از داده های مربوط به یک آزمایش، می خواستم دانش آموزان را به یک فرمول و رابطه ریاضی برسانم. اگر بدون شواهد به آن ها داده ها را نشان نمی دادم این روش عمل نمی کرد. سپس برای آن ها تصویری از آزمایش مربوط به آن را روی تخته رسم کردم. (نمایه ۳) و از آن ها پرسیدم که چه رابطه میان پرتو تابش و پرتو بازتابش می تواند وجود داشته باشد. در بعضی از موارد آن ها به این فکر افتادند که یک دایره حول این پدیده رسم نمایند. (نمایه شماره ۳) سپس شروع کردند که هر یک از تکه ها را اندازه بگیرند. بعد از کمی فکر کردن رسیدند به این مرحله که دایره های بیشتری روی محل وقوع پدیده رسم کنند. باز به این نتیجه رسیدند که نسبت قطعه ها با هم مساوی است. در مرحله بعد با آن ها در رابطه با تعبیر ریاضی نتایجی که خودشان از کشیدن دایره ها به دست آورده بودند بحث نمودم و به سادگی برای آن ها قانون اسنل دکارت را توضیح دادم."

نمونه چهار: در این مثال هدف آموزش بعد حرکت به دانش آموزان است. معمولاً در اینجا کج فهمی بسیار عمیقی در دانش آموزان و حتی در دبیران و اساتید وجود دارد و آن کج فهمی ناشی از این مسئله است که اکثراً از دوران ابتدایی برای نشان دادن حرکت یک بعدی یکی از محورهای X و Y و Z را در نظر می گیریم. مثلاً وقتی معادلات حرکت جسمی را به صورت:

می نویسیم، دانش آموز تصور می کند که چون هم X و هم Y وجود دارد حرکت دوبعدی است درحالی که با استفاده از مفاهیم فیزیک به راحتی به یک بعد بودن حرکت پی می برد.

همانطور که در بالا اشاره شد در کنار مصاحبه ها پرسشنامه ای حاوی ۲۰ سوال به این معلمان ارائه شد که نتایج آن را در زیر مشاهده می کنید. پرسش ها نیز در این پرسشنامه به دو بخش تقسیم شدند یکی سوال های M که تاثیر مفاهیم ریاضیات را در حل مسائل فیزیک نشان می دهند و سوال های P که تاثیر مفاهیم فیزیک را در آموزش فیزیک نشان می دهند. در واقع برای این کار دو هدف را در پیش رو داریم یک بررسی تاثیر هر کدامیک از المان های ریاضی و فیزیک در آموزش فیزیک و دوم پایایی پرسشنامه را بر اساس روش همسانی درونی با استفاده از تقسیم سوالات به صورت نظام دار بررسی خواهیم کرد.

| ردیف | سوال | داده ها | | | نوع |
|------|------|---------|-------|------|-----|
| | | کم | متوسط | زیاد | |
| ۱ | ۱ | ۶ | ۹ | ۲ | P |
| ۲ | ۲ | ۱۰ | ۵ | ۵ | P |
| ۳ | ۳ | ۱۳ | ۴ | ۳ | P |
| ۴ | ۴ | ۳ | ۲ | ۳ | M |
| ۵ | ۵ | ۹ | ۹ | ۲ | P |
| ۶ | ۶ | ۷ | ۸ | ۵ | M |
| ۷ | ۷ | ۱۳ | ۷ | ۰ | P |
| ۸ | ۸ | ۱۲ | ۷ | ۱ | M |
| ۹ | ۹ | ۸ | ۶ | ۳ | M |
| ۱۰ | ۱۰ | ۶ | ۱۲ | ۲ | M |
| ۱۱ | ۱۱ | ۴ | ۸ | ۶ | M |
| ۱۲ | ۱۲ | ۱۳ | ۷ | ۰ | M |
| ۱۳ | ۱۳ | ۲ | ۸ | ۹ | M |
| ۱۴ | ۱۴ | ۲ | ۸ | ۷ | P |
| ۱۵ | ۱۵ | ۲ | ۶ | ۱۲ | M |
| ۱۶ | ۱۶ | ۰ | ۰ | ۱۶ | M |
| ۱۷ | ۱۷ | ۲ | ۱ | ۱۲ | P |
| ۱۸ | ۱۸ | ۲ | ۳ | ۱۲ | M |
| ۱۹ | ۱۹ | ۱۲ | ۶ | ۲ | P |
| ۲۰ | ۲۰ | ۰ | ۰ | ۱۸ | M |

| تحلیل | | نمره | سوالات |
|-------|------|------|--------------|
| درصد | ضریب | | |
| ٪۶۶ | ۰,۶۶ | ۶۴۳ | M |
| ٪۴۹ | ۰,۴۹ | ۳۱۵ | P |
| ٪۵۹ | ۰,۵۹ | ۹۵۸ | تأثیر متقابل |

بررسی و نتیجه گیری

در جوامع امروزی، در زمینه های اجتماعی و در توضیح پدیده های طبیعی ریاضیات نقش اساسی را ایفا می کند. داده های حاصل از پژوهش های پیشین نشان می دهند که دانش آموزان درباره دانش ریاضی آگاهی نسبی دارند. اما در فرایند یادگیری فیزیک بایستی دانش آموزان تجربیات پیشین خود در زمینه ریاضی را با مفاهیم فیزیک تطبیق دهند. بدفهمی های متداول دانش آموزان در حین تدریس فیزیک، دبیران آن ها را نسبت به تاثیر متقابل و حساس فیزیک و ریاضی آگاه می سازد و آنها را وادار می کند که با ایجاد محرک مثبت، بتوانند میان مفاهیم فیزیک و دانش ریاضی یک رابطه منطقی برقرار کنند. در نتیجه دانش آموزان قادر خواهند بود میان مفاهیم فیزیک و ریاضی یک ارتباط منطقی برقرار کنند. در این مرحله توانایی دبیران فیزیک برای ایجاد این ارتباط در ذهن دانش آموزان حائز اهمیت است. با توجه به نتایج حاصل از مصاحبه با دبیران فیزیک شهر تبریز و نتایج بدست آمده از پرسشنامه در می بایم که در تدریس فیزیک در مدارس با توجه به سرفصل های کتب فیزیک و همچنین بودجه بندی کتاب از دانش ریاضیات بیشتری جهت تدریس فیزیک استفاده شده است. البته باید یاد آوری شود که علوم ریاضی و فیزیک درهم تنیده هستند و در واقع برای درک بهتر هر کدام وجود دیگری لازم است. به عبارتی رابطه میان ریاضی و فیزیک مثل رابطه میان پیچ و پیچ گوشتی است که هر دو زمان پیشرفت می کنند. بر این اساس نتایج بدست آمده حاصل از پرسشنامه همانطور که در جداول ۱ و ۲ مشاهده می کنید کاملاً مشخص است در تدریس فیزیک در دوره متوسطه دوم از درصد بیشتری از مفاهیم ریاضی (۶۶ درصد) و از درصد نسبتاً کمی از دانش فیزیک (۴۹ درصد) استفاده شده است. دلیل آن را هم می توان به این نکته ربط داد که بیشتر سوالات مربوط به آزمون ورودی دانشگاه های سطح کشور برای ارزشیابی در درس فیزیک بیشتر از محاسبات به جای مفهوم استفاده می شود. در همین راستا دبیران فیزیک هم چاره ای ندارند جز تدریس بخش وسیعی از ریاضیات که در وظایف یک دبیر فیزیک نمی گنجد. همانطور نیز که قبلاً اشاره شد که علوم ریاضیات و فیزیک درهم تنیده هستند و با هم رشد می کنند، باید این انتظار را داشت که در تدریس فیزیک بایستی درصد مناسبی از این دو علوم در اختیار دانش آموزان قرار گیرد. اما همانطور که در نمودار دیده می شود درصد استفاده از دانش ریاضیات بیشتر از درصد فیزیک بوده است. این یک تناقض اساسی در ساختار آموزش فیزیک محسوب می شود و نشان می دهد به جای آنکه بیشتر در تدریس فیزیک به مفاهیم فیزیک پرداخته شود به مفاهیم ریاضی اشاره می شود و یک دوگانگی نامتوازن را میان این دو علوم به وجود می آورند. فیزیک علمی است که قوانین حاکم بر جهان طبیعت را بصورت مدون بیان می کند. بنابراین برای ارائه این قوانین بصورت معادلات و روابط ریاضی، لازم است که یک فراگیر با اصول و قوانین اساسی ریاضی آشنا باشد. البته در بعضی از علوم دیگر مانند شیمی نیز این ضرورت احساس می شود، ولی نباید مفاهیم اصیل فیزیک را قربانی محاسبات ریاضی کنیم و نباید دانش آموز را از درک

کاربرد مفاهیم جذاب فیزیک باز داریم. از طرفی با توجه به اینکه ریاضیات نیز به عنوان یک واحد درسی در مدارس در نظر گرفته شده و دارای بودجه بندی زمانی خاص خود است، نباید دانش آموزان را نیز در کلاس فیزیک به مباحث ریاضی کشاند. بلکه باید عمق مفاهیم فیزیک را ضمن استفاده از مهارت های ریاضی به روش های آسان به آنها آموزش داد تا [یجان یادگیری در آنها بیشتر شود. همانطور که در نمونه هایی که قبلاً ذکر شد، اگر مباحث اصیل فیزیک را قدم به قدم به دانش آموزان آموزش بدهیم، بسیاری از مشکلات مربوط به آموزش فیزیک شامل کج فهمی ها در درک مفاهیم اساسی فیزیک از بین خواهد رفت. حتی می توان به این موضوع اشاره کرد که دانش آموزان با فراگیری عمیق تر مباحث فیزیک می توانند در پاسخ گویی به سوالات ورودی به دانشگاه بسیار موفقتر عمل کنند و در کاربردی کرن آن مفاهیم خبره تر شوند. اگر انگیزه دانش آموزان را به عنوان یک عامل در پیش برد اهداف آموزشی در نظر بگیریم، دانش آموزان با یادگیری مبتنی بر مفاهیم جذاب فیزیک می توانند انگیزه خود را در یادگیری فیزیک افزایش دهند در نتیجه می توانند اعتماد به نفس لازم را در حل مسائل فیزیک افزایش دهند.

پیشنهاد های پژوهش

امروزه آموزش و پرورش بیش از پیش نیازمند استفاده از توانایی خود در پرورش دانش آموزانی است که ذهن آن ها منطقی تر و خلاق تر است. دانش آموزانی که به وسیله درک مفهوم واقعی نهفته شده در کتاب درسی، به مرحله ترکیب از حوزه های شناختی یادگیری می رسند بیشتر می توانند در پیش برد تحصیلات خود در سطوح بالاتر موفق باشند، همانطور که در ویژگی های گفته شده در بخش حوزه های شناختی مربوط به مرحله ترکیب در کتاب آزمون های پیشرفت تحصیلی دکتر سیف بیان شده می توانند مفاهیم را باهم ترکیب نمایند و یک مفهوم جدید را از دل آن بیرون بکشند و اگر تمام دوره های یادگیری در مدرسه به این حد از کارایی برسند که دانش آموزان بتوانند به سطوح بالای یادگیری دست یابند، می توانند در آینده در خلق دانش های جدید موفق باشند. فیزیک نیز چون یک علم طبیعی است و مفاهیم یک بخش جدایی ناپذیر از این علم گسترده است با تدریس درست و مفهومی فیزیک می توان دو نتیجه را انتظار داشت یکی اینکه انگیزه دانش آموزان برای یادگیری فیزیک بالاتر خواهد رفت و دوم اینکه آنها می توانند به سطوح بالاتری از یادگیری دست یابند.

- [۱]. Pospiech, G. and Matthias, S. (۲۰۱۱). Quantum physics in teacher education, proceedings of the ۱۲th international symposium Frontiers of Fundamental Physics [FFP۱۲], Udine.
- [۲]. Hull, M., Kuo, E., Gupta, A., and Elby, A. (۲۰۱۳). Problem-solving rubrics revisited: Attending to the blending of informal conceptual and formal mathematical reasoning, *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, ۹, ۱.
- [۳]. <http://www.fisica.uniud.it/~ffp۱۲/proceedings.html>
- [۴]. Lehavi, Y., Bagno, E., Eylon, B-S., and Cohen, E. (۲۰۱۳). Can math for physics teachers impact their conceptual knowledge of physics? An oral presentation given in the ۲۰۱۳ Girep conference, Prague.
- [۵]. Bagno, E., Eylon, B., and Berger, H. (۲۰۰۷). Meeting the challenge of students' understanding formulas in highschool physics - a learning tool. *Physics Education* ۴۳(۱), ۷۵-۸۲.
- [۶] Eylon, B., Cohen, E., and Bagno, E. (۲۰۱۰). The interplay of physics and mathematics in a graduate quantum mechanics course for physics teachers, talk given in GIREP-conference ۲۰۱۰ in the Symposium: Addressing the role of mathematics in physics education.
- [۷]. Hull, M., Kuo, E., Gupta, A., and Elby, A. (۲۰۱۳). Problem-solving rubrics revisited: Attending to the blending of informal conceptual and formal mathematical reasoning, *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, ۹, ۱.
- [۸]. S. Magnusson, J. Krajcik, & H. Borko, Nature, sources and development of pedagogical content knowledge for science teaching. In J. Gess-Newsome & N. G. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge: The construct and its implications for science education* (pp. ۹۵-۱۳۳). (Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, ۱۹۹۹).
- [۹]. Shulman, L. (۱۹۸۶). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, ۱۵ (۲), ۴-۱۴.
- [۱۰]. Eshter, M. (۲۰۰۸) The teacher Views on Understanding Evolutionary Theory: A PCK-Study in the Framework of the ERTE-model^۸
- [۱۱]. Hashweh, M.Z. (۲۰۰۵). Teacher pedagogical constructions: A reconfiguration of pedagogical content Knowledge: teachers and teaching: theory and practice, ۱۱، ۲۷۳-۲۹۲
- [۱۲]. Alcock, L., & Inglis, M. (۲۰۰۸). Doctoral students' use of examples in evaluating and proving conjectures. *Educational Studies in Mathematics*
- [۱۳]. Van Driel, J.H. van, Jong, O. de, Verloop, N. (۲۰۰۲). The development of pre-service chemistry teachers' PCK. *Science Education*, ۸۶, ۴, ۵۷۲-۵۹۰.
- [۱۴]. Grossman, P. L. (۱۹۹۰). The making of a teacher knowledge and teacher education. Professional development and practice series. New York, NY: Teachers College Press, Teachers College, Columbia University
- [۱۵]. Walshaw, M., & Anthony, G. (۲۰۰۸). The teacher's role in classroom discourse a review of recent research into mathematics classrooms. *Review of Educational Research*, ۷۸(۳), ۵۱۶-۵۵۱
- [۱۶]. آقازاده، محرم و فضل، رخساره (۱۳۸۹) راهنمای آموزش در کلاسهای درس چندپایه (چاپ هشتم). تهران: نشر آبیژ.
- [۱۷]. ملکی، حسن (۱۳۸۵) تاثیر فرایند تفکر حل مسئله در ساختار کتاب درسی، کتاب درسی دانشگاهی، تهران سمت.