

بررسی و تحلیل بدمفهوم‌های دانشجوی معلمان جدیدالورود رشته آموزش

فیزیک

احمد کامالیان فر^۱، محمدامین جابری^۲ و محمدرضا میراب^۳

پذیرش: ۱۴۰۰/۸/۱

دریافت: ۱۴۰۰/۲/۶

چکیده

ایجاد بدمفومی‌ها و یاد نگرفتن مفهومی مطالب پایه‌ای ما را در درک و توجیه و ادامه مسیر علمی به مشکل می‌اندازد. هنگامی که باورهای ما و نظریه‌های علمی با هم مغایرت داشته باشند، بدمفومی‌ها را ایجاد می‌کنند. اگر چه علت دقیق به وجود آمدن بدمفومی‌ها هنوز ناشناخته است، اما محتوای درس، باورهای قبلی دانش آموز و روش تدریس در به وجود آوردن بدمفومی‌ها نقش دارند. هدف پژوهش حاضر، شناسایی بدمفومی‌ها و استدلال‌های دانشجویان ترم اول رشته آموزش فیزیک است. نمونه مورد مطالعه، ۵۰ نفر از دانشجوی- معلمان رشته آموزش فیزیک ترم اول پردیس شهید رجایی شیراز بود. در این پژوهش به منظور شناسایی بدمفومی‌های مباحث متفاوت فیزیک در بین دانشجوی معلمان رشته آموزش فیزیک، تعداد ۱۰ بدمفومی مهم مورد ارزیابی قرار گرفتند. این بدمفومی‌ها در قالب جملاتی در اختیار جامعه آماری قرار گرفت و پس از جمع‌آوری، داده‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. با توجه به اینکه این بدمفومی‌ها بطور نسبی در بین جامعه آماری مورد نظر وجود داشت، توجه به آموزش مفهومی و اثربخش فیزیک بیش از پیش اهمیت می‌یابد. یکی از پیشنهادها مهم برای کاستن و از بین بردن این بدمفومی‌ها استفاده از ظرفیت دروسی مانند مکانیک و امواج (با تأکید بر متوسطه) الکتروسیسته و مغناطیس (با تأکید بر متوسطه) و حرارت و اپتیک (با تأکید بر متوسطه) و انتخاب محتوای این دروس بر پایه مطالب مفهومی است. بطور حتم، بحث و تحلیل بدمفومی‌ها در این کلاس‌ها باعث کاستن بدمفوم‌های موضوعات درس فیزیک خواهد شد.

کلیدواژه‌ها: بدمفومی، دانشجوی معلم، آموزش فیزیک، فیزیک مفهومی.

۱. استادیار گروه علوم پایه دانشگاه فرهنگیان، تهران. ایران. Kamalianfar.ahmad@gmail.com

۲. دانشجوی کارشناسی آموزش فیزیک، گروه علوم پایه، پردیس شهید رجایی، شیراز. ایران.

۳. دانشجوی کارشناسی آموزش فیزیک، گروه علوم پایه، پردیس شهید رجایی، شیراز. ایران.

مقدمه

اگر چه بدمفهمی یا misconception (mis به معنای غلط و conception به معنای فهم و تصور) اولین بار در سال ۱۶۶۰ میلادی مطرح شد؛ اما یک فرد قبل از شروع آموزش رسمی در مدرسه و حتی از بدو تولد هم می‌تواند دچار بدمفهمی شود؛ چرا که یک کودک به منظور ایجاد ارتباط با محیط اطراف و افراد در حال ایجاد مدل‌ها و سازهای ذهنی است. با آغاز آموزش‌های رسمی در مدرسه، دانش آموز سعی در ایجاد ارتباط بین مدل‌های ذهنی و تجربیات خود با آنچه که معلم در کلاس ارائه می‌کند دارد. دقیقاً بدمفهمی از آنجا در ذهن دانش آموز به وجود می‌آید که این مدل‌های ذهنی و تجربیات او با نظریه‌های علمی مغایرت داشته باشد (Eryilmaz, 2002). بدمفهمی‌ها مطالبی هستند که از طرف یادگیرنده اشتباه و یا کامل یاد نگرفته‌اند یا به عبارت دیگر عقایدی هستند که با نظریه‌های علمی پذیرفته شده مغایرت دارد (Eryilmaz, 2002). هنگامی که این بدمفهمی‌ها در ذهن فرد باقی بماند، مانع یادگیری معنادار و اثربخش در فهم، تحلیل، توضیح، تفسیر و آزمایش کردن مطالب علمی می‌شود. دانش آموزان و دانشجویان برای اینکه متوجه شوند دچار بدمفهمی هستند باید مفهوم مطالب علمی را بررسی کرده و در بحث‌ها و تحلیل‌های گروهی شرکت کنند. منبع تصورات غلط غالباً تجربه‌های عملی است (Clement, 1982). دانش آموزان عمدتاً در کلاس‌های پایین‌تر قبل از شروع مطالعه فیزیک، یک سری بدمفهمی‌ها را در ذهن خود دارند. نقش تجربه‌های جمع‌آوری شده از قبل در مرحله اولیه آموزش فیزیک غالب است (Halim, 2019). اگر چه علت دقیق به وجود آمدن بدمفهمی‌ها هنوز ناشناخته است، اما عدم‌سازماندهی مناسب محتوای درس و عدم‌اتصال دانش جدید به ساختار موجود، باورها و تجارب قبلی دانش آموز و قرار گرفتن مفاهیم انتزاعی در کنار هم در بیان یک مبحث روش تدریس در به وجود آوردن بدمفهمی‌ها نقش دارند (بدریان و صفری، ۱۳۹۵).

اهمیت پرداختن به موضوع شناسایی بدمفهمی‌ها و روش‌های کاستن آنها به این دلیل است که وجود بدمفهمی‌ها در ذهن دانش آموز باعث تداخل محتوای علمی شود و آنها مطالب جدید را بر اساس ذهنیت غلط خود از مساله تفسیر کنند. همچنین، این دانشجو معلمان در آینده نزدیک وظیفه اصلی هدایت آموزشی دانش آموزان را عهده دار خواهند بود و با شناخت بدمفهمی‌های آنها و کمک به آنها در جهت از بین بردن این بدمفهمی‌ها راه را برای آینده آنها که توجه بیشتر به سازه‌ها و مدل‌های ذهنی دانش آموزان و محتوای آموزشی است هموار خواهیم کرد.

تاکنون پژوهش‌های قابل توجهی در رابطه با بدفهمی‌های دروس مربوط به علوم انجام شده است. احمدی، نگهبان، احمدی و کبیری، (۱۳۹۹)، در بررسی درس علوم دانش‌آموزان کلاس چهارم و با توجه به نتایج آزمون تیمز ۲۰۱۵، بدفهمی‌هایی نظیر تغییر شدت نور به دلیل کم‌وزیاد شدن فاصله زمین با خورشید، گردش خورشید به دور زمین، ثابت ماندن وضعیت ماه و یکسان بودن شدت نور آن (حوزه علوم زمین)، لامپ به عنوان منبع تولید انرژی الکتریکی و پلاستیک به عنوان بهترین هادی گرما (حوزه علوم فیزیکی) متوجه شدند علاوه بر اینکه این بدفهمی‌ها در اکثر دانش‌آموزان وجود دارد، اما درصد بدفهمی در موضوع رسانای الکتریکی بیشتر است.

در پژوهش دیگری که توسط مهربان (۱۳۹۵) با موضوع بدفهمی دانش‌آموزان اول ابتدایی در درس علوم انجام شده است، مشخص شد که بدفهمی‌های نمایان شده بدلیل عدم رعایت پیش‌نیاز محتوای آموزشی بوده و دانش‌آموز برای فراگیری آنها نیاز به مطالب بیشتری داشته که در سال‌های بعد در کتاب آمده است. در مورد مبحث بدفهمی‌های بین دانشجویان، پژوهشی بین دانشجویان فنی مهندسی برق دانشگاه هرمزگان انجام گرفته و در این تحقیق مشخص شده که غالب بدفهمی‌های دانشجویان از نوع مفهوم سازی محدود است. همچنین در این تحقیق ذکر شده که برخی دیگر از بدفهمی‌های شناخته شده بدلیل عدم استفاده از قدرت تحلیل و منطق دانشجویان در دوران متوسطه است (حیدری، مهری و دهکردی، ۱۳۹۸).

با توجه به بررسی‌های دقیق انجام شده، موردی که نشان دهنده آن باشد که در بین دانشجو معلمان رشته فیزیک تحقیقی دال بر شناخت بدفهمی‌ها باشد، یافت نشد. بنابراین هدف اصلی این پژوهش شناخت برخی بدفهمی‌های دانشجویان جدیدالورود رشته فیزیک در مباحث مختلف فیزیک دوران دبیرستان و تجزیه و تحلیل اینکه این بدفهمی‌ها از کجا نشأت گرفته‌اند، خواهد بود. در پایان پژوهش به ذکر پیشنهادهایی عملی جهت کاستن این بدفهمی‌ها در این جامعه آماری خواهیم داشت.

روش‌شناسی پژوهش

به منظور شناخت بدفهمی‌های موجود در بین دانشجو معلمان رشته آموزش فیزیک پردیس شهید رجایی، پس از بررسی مباحث مختلف و مشورت از برخی اساتید و دبیران با تجربه استان فارس پرسش‌نامه‌ای در اختیار جامعه آماری که ۵۰ نفر از دانشجو معلمان پردیس شهید رجایی شیراز بود قرار گرفت. روش تحقیق آمیخته اکتشافی بود و در نتیجه ابزار پژوهش تعدادی گزاره علمی در مورد مباحث مختلف فیزیک بود که دانشجو معلمان می‌بایست صحت یا سقم آنها را مشخص می‌کردند. معیار انتخاب این گزاره‌ها شامل موارد:

سنجش مفهومی دانسته‌ها، ادغامی‌بودن سوالات از مباحث مختلف، پوشش‌دادن تقریبی همه مباحث فیزیک بوده است. پس از جمع‌آوری پاسخ‌ها و تجزیه و تحلیل آنها کار بر روی شناخت بدمفهومش‌ها و دلایل بروز آنها در بین جامعه آماری آغاز شد.

یافته‌های پژوهش

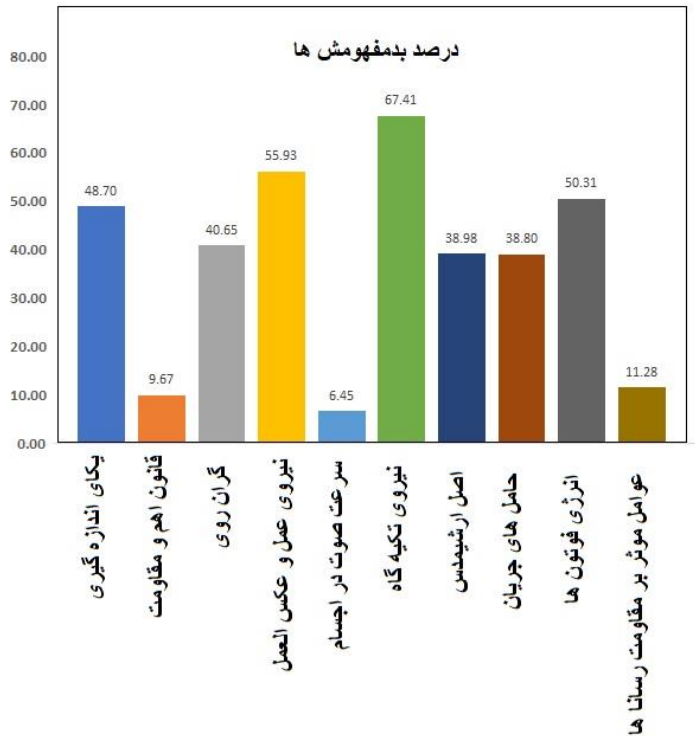
با جمع‌آوری پاسخ‌های دانشجویان معلمان درصد پاسخ‌های صحیح به هر یک از گزاره‌هایی که در جدول ۱ آمده است مشخص شد. همچنین درصد بدمفهومش‌های جامعه آماری در شکل ۱ آمده است. در جدول ۱ سوالات طراحی شده به‌مراه درصد پاسخ‌گویی صحیح به این سوالات آمده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود حدود ۷۰ درصد دانشجویان سال نوری را به عنوان یکای زمان می‌شناسند؛ به‌گونه‌ای که تنها ۳۰ درصد دانشجویان آن را به عنوان مسافت می‌شناسند. در اصل تعریف سال نوری مقدار مسافتی است که نور در یک سال می‌پیماید، اما اکثر دانشجویان جامعه آماری ما آنرا واحد زمان تلقی کردند. دومین سوالی که کمترین میزان پاسخ‌دهی به آن وجود داشت، سوالی از مبحث الکتروسیسته جاری، مقاومت و قانون اهم بود که تنها ۳۴ درصد پاسخ صحیح به آن داده شد. سوال در اصل ترکیبی از مفاهیم قانون اهم و اثر دما بر مقاومت فلزات بود که نشان می‌دهد ادغام شدن مفاهیم با هم می‌تواند باعث ایجاد بدمفهومش شود.

برخی مفاهیم فیزیک استثنا هستند که معمولاً هم مورد سوال واقع می‌شوند. یک مورد مهم آن ارتباط حجم و چگالی با دما در مبحث انبساط حجمی دوره دبیرستان است (شکل ۲) که مایعی مانند آب (شیرین) رفتار غیرعادی از خود نشان می‌دهد و در ۴ درجه سانتیگراد کمترین حجم و بیشترین چگالی را دارد. دلیل این پدیده در ساختار مولکولی آب است. یک مولکول آب از دو اتم هیدروژن و یک اتم اکسیژن تشکیل شده است.

جدول ۱. سوالات و میزان بدمفهومش ها در جامعه آماری

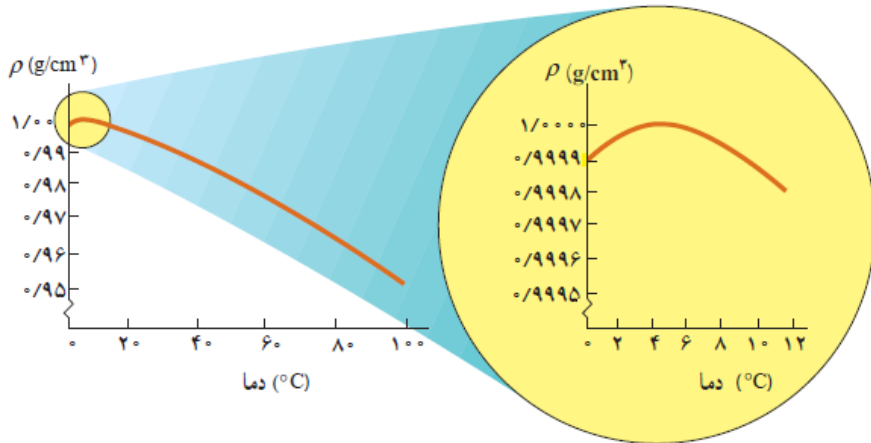
شماره	موضوع سوال	عنوان بدمفهومش	درصد صحیح
۱	یکای اندازه گیری	سال نوری یکی از واحد های سنجش زمان در نجوم است.	۳۰/۵۱
۲	قانون اهم و مقاومت	اگر اختلاف پتانسیل یک لامپ روشن را نصف کنیم، جریان عبوری از آن هم نصف می شود.	۳۳/۹۰
۳	گران روی	چگالی یک مایع بیشتر شود گرانروی (ویسکوزیته) آن هم بیشتر می شود.	۳۵/۵۹
۴	نیروی عمل و عکس العمل	نیروی پیشران موشک ها آنها را به سمت بالا هل می دهد.	۴۴/۰۷
۵	سرعت صوت در اجسام	امواج صوتی در هوا سریعتر از اجسام عبور می کند.	۵۵/۹۳
۶	نیروی تکیه گاه	ترازو جرم اجسام را می سنجد	۵۹/۳۲
۷	اصل ارشیمدس	جسم سنگین تر در آب فرو رفته و جسم سبک تر روی آب شناور می ماند.	۶۱/۰۲
۸	حامل های جریان	آب خالص الکتریسیته را کندتر از خود عبور می دهد.	۶۱/۰۲
۹	انرژی فوتونها	فوتون های نور چراغ انرژی های متفاوتی دارند.	۶۹/۴۹
۱۰	عوامل موثر بر مقاومت رساناها	مقاومت رسانا با افزایش طول و افزایش دما کاهش پیدا می کند	۷۲/۸۸

در مولکول های آب علاوه بر آنکه هیدروژن و اکسیژن بر هم نیرو وارد می کنند، نیروهای الکتروستاتیکی هم در اثر وجود هیدروژن موجود است که سبب می شود هر ملکول آب با چهار ملکول مجاور خود پیوند یابد (پیوند هیدروژنی) و یک شبکه بلوری را ترتیب دهد. وقتی آب را سرد می کنیم، فاصله بین مولکولی کاهش می یابد و مولکول ها نزدیکتر می شوند و در نتیجه چگالی افزایش می یابد.



شکل ۱. درصد بدمفهومش دانشجو معلمان در مباحث مختلف

در بحث ویسکوزیته یا گرانروی باید گفت که گرانروی معیاری از اصطکاک داخلی یا مقاومت در برابر جریان یک سیال است و هنگامی ظاهر می‌شود که بین لایه‌های سیال حرکت نسبی وجود داشته باشد. گرانروی سینماتیکی یک مایع برابر گرانروی مطلق یک سیال تقسیم بر چگالی آن مایع است. پس گرانروی (سینماتیکی) عکس چگالی خواهد بود. در سوال ۳ این پرسش‌نامه در مورد گرانروی جیوه و چگالی آن پرسیده شده است که جواب صحیح آن این است که جیوه با چگالی بالا گرانروی پایین دارد. بنظر می‌رسد که دبیران فیزیک می‌بایست با مطالعه بیشتر این موارد استثنا را بلد باشند. در سوال ۴ یکی از اساس‌ترین قسمت‌های مکانیک نیوتنی پرسیده شده است. از عمده مشکلاتی که دانش‌آموزان با آن روبرو می‌شوند بحث نیروی عمل و عکس‌العمل است.



شکل ۲. تغییرات چگالی آب شیرین با دما (برگرفته از کتاب دهم دبیرستان)

دو نیرو هنگامی عمل و عکس العمل هستند که دارای سه ویژگی باشند: هم اندازه و مختلف الجهد باشند به دو جسم وارد شوند و از یک نوع باشند (هر دو گرانشی یا الکتریکی و ... باشند). همچنین هنگامی که یک متحرک سر پیچ جاده است عمده مشکل دانش آموز برای یافتن نیروی مرکز گرا را دارد که کدام نیرو مرکز گرا است و نیروی های عمل و عکس العمل کدام است؟ نیروی های وارد بر موشک و هواپیما هم ضمن آنکه برای دانش آموزان جالب است که کدام نیرو باعث اوج گرفتن هواپیما یا حرکت موشک می شود اما گاهی باعث اشتباه دانش آموزان می شود. در این سوال نظر دانشجو معلمان درباره نیروی پیشران موشک پرسیده شد که تقریباً نصف آنها غلط جواب دادند. بنظر می رسد که دو نکته می بایست برای دانش آموزان تجسم کرد. اول آنکه جسم را می توان مانند ذره ای تصور کنند که تمام جرم جسم در آن است و سپس نیروهای وارد بر جسم را بر این نقطه ترسیم کنند و نکته دوم آنکه بتوانند عکس العمل هر نیرویی را مشخص کنند و در نتیجه دانشجو معلمان در تدریس این مبحث به دانش آموزان دقت لازم را داشته باشند.

در سوال ۵، سرعت صوت در یک محیط چگال مورد پرسش قرار گرفته است. آنچه که دانش آموزان از زندگی روزمره و تجربه با خود به کلاس می آورند این است که سرعت حرکت خودشان را در هوا و آب استخر با سرعت صوت در این محیط ها مقایسه می کنند. در واقع سرعت صوت در یک محیط جامد طبق رابطه $V = \sqrt{\gamma/\rho}$ به عکس جذر چگالی آن محیط بستگی دارد و هر چه محیط چگال تر باشد، سرعت

صوت در آن بیشتر است دقیقاً برعکس سرعت حرکت یک شخص که در یک محیط با چگالی زیاد، کم است. سرعت صوت در چند محیط جامد مایع و گاز در جدول ۲ نشان داده شده است. این که دانشجو معلمان در این سوال حدود ۴۰ درصد بدفهمی داشته اند، می تواند ناشی از این تجربه شخصی در زندگی روزمره باشد.

جدول ۲. سرعت صوت در هوا و هیدروژن (گازها)، آب (مایع) و چند جامد

ماده	سرعت صوت (m/s)	ماده	سرعت صوت (m/s)
هوا (273 K)	330	آلومینیوم	5100
آب (298 K)	1430	مس	3650
فولاد	5060	آهن	5130
گرافیت (293 K)	6000	شیشه	4000-5500
هیدروژن (273 K)	1286	سرب	1230

در مورد سوال ۶ می بایست دو مفهوم را بکار ببریم. یکی اینکه ترازو در واقع نیروی عمودی سطح را اندازه گیری می کند که اندازه این نیرو برای ترازو برابر اندازه نیروی وزن است. دوم آنکه اگر منظور از وزن سبکی و یا سنگینی جسمی است، یعنی اینکه این مفهوم را به اشتباه بکار برده ایم. البته اینکه ترازو جرم اجسام را اندازه گیری می کند، از آنجا نشأت گرفته که چه در دوران دبیرستان و چه دانشگاه، هنگامی دانش آموز یا دانشجو قصد استفاده از ترازو را دارد، بمعنی این است که می خواهد جرم را اندازه گیری کند. اصل شناوری ارشیمدس موضوعی است که در سوال ۷ مورد ارزیابی قرار گرفته است. بدفهومش این سوال از تجارب روزانه نشأت می گیرد، جایی که اجسام با چگالی بالا (چگالی بیشتر از مایع) در مایع فرو می روند و ممکن است این بدفهمی را ایجاد که دلیل آن سنگینی است. یک آزمایش ساده آن است که سوزن سنجاق هم اگر در آب بیندازیم، در کف ظرف آب آرام می گیرد در حالی که سنگین نیست. ماهیت جریان الکتریکی موضوع سوال ۸ است. به جرات می توان گفت که تعداد زیادی از دانش آموزان متوسطه دوم و همچنین تعداد قابل توجهی از دانشجویان، ماهیت جریان را الکترون های آزاد جسم می دانند. این مطلب در مورد رساناها صحیح است اما در الکترو لیت ها این یون های مثبت و منفی هستند که جریان را حمل می کنند. البته اگر یک نوع یون سریعتر حرکت کند، یون غالب در جریان الکتریکی خواهد بود. در تخلیه الکتریکی یک گاز که هم الکترون ها و هم یون های مثبت و منفی حضور دارند، بدلیل تحرک بیشتر

الکترون‌ها به نسبت یون‌های سنگین، عملاً حمل جریان به الکترون‌ها نسبت داده می‌شود. در آب غیرخالص هم حضور یون‌های مثبت و منفی است که در جریان الکتریکی نقش دارند و آب خالص رسانش الکتریکی ناچیزی دارد.

پس بدفهمی جامعه آماری ما که عمدتاً دانش‌آموزانی است که هنوز یک ماهی از دوران دانشجویی آنها نگذشته است (ترم یک) توجهی به نقش یون‌های مثبت و منفی ندارند.

در سوال ۹ بدلیل اینکه نور چراغ از طول موج‌های مختلف و در نتیجه فوتون‌هایی با انرژی متفاوت تشکیل شده است. این نکته ظاهراً از ذهن اکثر (۷۰٪) جامعه آماری مورد بررسی دور نمانده است. ۳۰ درصدی که جواب صحیحی به این پرسش نداده‌اند، احتمالاً به این نکته توجه نداشته‌اند.

عوامل موثر بر مقاومت یک رسانا شامل طول، سطح مقطع، مواد تشکیل‌دهنده رسانا (مقاومت ویژه) می‌باشد. کاملاً واضح است که با افزایش طول یک رسانا، الکترون‌ها در هنگام عبور از این رسانا تعداد برخوردهای بیشتری را تجربه خواهند کرد و در نتیجه مقاومت رسانا افزایش می‌یابد. افزایش دما هم باعث جنبش مولکول‌های رسانا می‌شوند و احتمال برخورد با الکترون‌ها را افزایش داده و در نتیجه مقاومت رسانا افزایش می‌یابد. که مورد بحث سوال ۱۰ است.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که دانش‌آموزان دوره متوسطه بشدت در مباحث فیزیک کلاسیک بدفهمی دارند و این بدفهمی را با خود به دانشگاه می‌آورند. در پژوهش دیگری مشخص شد که در رابطه با دانشجو معلمان دانشگاه فرهنگیان در رشته آموزش فیزیک هر چه که از نیمسال اول بالاتر می‌رویم این بدفهمی‌ها کمتر شده که نشان از نقش و تاثیر مطالعه مراجع اصلی کتب دبیرستان و انجام تکالیفی محوله به دانشجویان دارد. همچنین شرکت در همایش‌ها و جلسات علمی باعث برطرف شدن بسیاری از بدفهمی‌ها می‌شود.

برخی از بدفهمی‌ها حتی با توضیحات و بحث‌های مکرر برطرف نمی‌شود و نیاز به انجام آزمایشات مرتبط است. یکی از بدفهمی‌ها سرعت صوت در یک جامد است که به چگالی جامد بستگی دارد. انتظار دانش‌آموز و حتی دانشجو این است که سرعت صوت در جامد از مایع و گاز کمتر است و این در حالی است که عکس این مورد صحیح است.

دانشجو معلم می‌بایست در هنگامی که دو یا چند مفهوم انتزاعی کنار هم قرار می‌گیرند دقت کنند تا همه اصول فیزیکی در کنار هم قرار گیرند و نتیجه صحیح حاصل شود. مثلاً در مورد سوال ۲ دانشجو هم باید به این نکته دقت کند که مقاومت الکتریکی لامپ روشن بدلیل دمای بالاتر آن از مقاومت لامپ خاموش بیشتر است و از طرفی قانون اهم هم باید بررسی شود. برای اینکه بد مفهومی‌ها حل شوند باید مطالب به صورت مفهومی مرور شده و معلم باید بد مفهومی‌هایی را که برای دانش آموزان خود در سالیان مختلف و با استفاده از تجربه‌ی دیگر مدرسه‌ها؛ بد مفهومی‌ها را یادداشت کرده و آن‌ها را در حین تدریس برای دانش آموزان بیان و به صورت کامل توضیح و تشریح کند.

بنظر می‌رسد جهت بحث گروهی در مورد مطالب متنوع فیزیک و شناخت بدفهمی‌ها استفاده از ظرفیت درس‌هایی نظیر مکانیک و امواج الکتریسته و مغناطیس و حرارت و اپتیک (با تأکید بر متوسطه) و انتخاب محتوای این دروس بر پایه مطالب مفهومی است. در طول نیمسال‌های مختلف که دانشجو معلمان این دروس را اخذ می‌کنند اساتید می‌بایست زمینه را برای ایجاد بحث‌های گروهی و استماع استدلال‌های مختلف دانشجویان ایجاد کند تا آنها بدون ترس ذهنیات خود را در مورد مباحث مختلف در کلاس مطرح کرده و دلایل صحیح و غلط بودن آنها را از دیگران بشنوند.

منابع

- نگهبان، محدثه؛ احمدی، غلامعلی و مسعود کبیری. (۱۳۹۱). شناسایی برخی از بدفهمی‌های دانش آموزان پایه چهارم ابتدایی در درس علوم تجربی بر اساس مطالعه تیمز ۲۰۱۵. پژوهش در نظام‌های آموزشی، دوره ۱۴ شماره ۴۸، ۱۲۷-۱۴۳.
- بدریان، عابد؛ ناصری آذر، اکبر؛ شکرباغانی، اشرف السادات و اسکندر رامین پور. (۱۳۹۱). کج‌اندیشی‌های دانش آموزان پایه چهارم دبستان درباره پدیده‌های نجومی: بررسی دیدگاه‌های آموزگاران. نوآوری‌های آموزشی، دوره ۱۱ شماره ۴، ۹۹-۱۱۸.
- بدریان، عابد و صفری، پروا. (۱۳۹۵). بررسی تصورات و کج فهمی‌های دانش آموزان پایه ششم ابتدایی درباره مفهوم انرژی. خانواده و پژوهش، دوره ۱۳ شماره ۳۰، صفحه ۱۳۷-۱۱۷.
- مهربان، زهرا. (۱۳۹۷). بدفهمی‌های دانش آموزان دوره اول ابتدایی در علوم تجربی. اولین کنفرانس ملی توسعه پایدار در علوم تربیتی و روانشناسی ایران، تهران.

حیدری، مه‌ری و سهراب استادهادی دهکردی. (۱۳۹۸). بررسی بدفهمی‌های رایج بین دانشجویان فنی مهندسی رشته برق دانشگاه هرمزگان. کنفرانس ملی پژوهش‌های حرفه‌ای در روانشناسی و مشاوره با رویکرد دستاورهای نوین در علوم تربیتی و رفتاری از نگاه معلم. میناب، ایران.

Krane, Kenneth S. (1983), *Modern Physics*, New York: Wiley.

Eryilmaz, A. (2002), Effects of conceptual assignments and conceptual change discussions on students' misconceptions and achievement regarding force and motion. *Journal of Research in Science Teaching*. 39, 1001-1015.

Clement, J. (1982), Students' preconceptions in introductory mechanics, *American Journal of Physics*. 50, 66-70.

Halim, A; Lestari, D and Mustafa, (2019). Identification of the causes of misconception on the concept of dynamic electricity, *Journal of Physics: Conference Series*. 1280.

Ayar, M.C. , Aydeniz, M., Yalvac, B. (2015). Analyzing Science Activities in Force and Motion Concepts: A Design of an Immersion Unit. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13, 95-121.