دانشگاه فرهنگیان
فصلنامه پویش در آموزش علوم پایه
دوره ۷، شماره ۲۴، پاییز ۱۴۰۰

Farhangian University
Quarterly Journal of Education in Basic Sciences
Volum7, Issue24, Autumn2021

بررسی و تحلیل بدمفهوم‌های دانشجومعلمان جدیدالورود رشته آموزش فیزیک

احمد کمالیان‌فر[۱]، محمدامین جابری[۲] و محمدرضا میراب[۳]

دریافت: ۱۴۰۰/۲/۶ پذیرش: ۱/ ۱۴۰۰/۸

چکیده

ایجاد بدفهمی‌ها و یاد نگرفتن مفهومی مطالب پایه‌ای ما را در درک و توجیه و ادامه مسیر علمی‌به مشکل می‌اندازد. هنگامی‌که باورهای ما و نظریه‌های علمی‌با هم مغایرت داشته باشند، بدفهمی‌ها را ایجاد می‌کنند. اگر چه علت دقیق به وجود آمدن بدفهمی‌ها هنوز ناشناخته است، اما محتوای درس، باورهای قبلی دانش‌آموز و روش تدریس در به وجود آوردن بدفهمی‌ها نقش دارند. هدف پژوهش حاضر، شناسایی بدفهمی‌ها و استدلال‌های دانشجویان ترم اول رشته آموزش فیزیک است. نمونه مورد مطالعه، ۵۰ نفر از دانشجو- معلمان رشته آموزش فیزیک ترم اول پردیس شهید رجایی شیراز بود. در این پژوهش به منظور شناسایی بدفهمی‌های مباحث متفاوت فیزیک در بین دانشجومعلمان رشته آموزش فیزیک، تعداد ۱۰ بدفهمی مهم مورد ارزیابی قرار گرفتند. این بدفهمی‌ها 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 بدفهمی‌ها بطور نسبی در بین جامعه آماری مورد نظر وجود داشت، توجه به آموزش مفهومی و اثربخش فیزیک بیش از پیش اهمیت می‌یابد. یکی از پیشنهادهای مهم برای کاستن و از بین بردن این بدفهمی‌ها استفاده از ظرفیت دروسی مانند مکانیک و امواج (با تأکید بر متوسطه) الکتریسیته 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 بدفهمی‌ها در این کلاس‌ها باعث کاستن بدمفهومش‌های موضوعات درس فیزیک خواهد شد.

کلیدواژه‌ها: بدفهمی، دانشجومعلم، 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 بدفهمی 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 بدفهمی‌شود؛ 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، دانش‌آموز سعی در ایجاد ارتباط بین مدل‌های ذهنی و تجربیات خود با آنچه که معلم در کلاس ارائه می‌کند دارد. دقیقاً بدفهمی از آنجا در ذهن دانش‌آموز به وجود می‌آید که این مدل‌های ذهنی و تجربیات او با نظریه‌های علمی مغایرت داشته باشد (Eryilmaz, 2002). بدمفهومی‌ها 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). هنگامی‌که این بدمفهومی‌ها در ذهن فرد باقی بماند، مانع یادگیری معنادار و اثربخش در فهم، تحلیل، توضیح، تفسیر و آزمایش‌کردن مطالب علمی می‌شود. دانش‌آموزان و دانشجویان برای اینکه متوجه شوند دچار بدمفهومی هستند باید مفهوم مطالب علمی‌را بررسی کرده و در بحث‌ها و تحلیل‌های گروهی شرکت کنند. منبع تصورات غلط غالباً تجربه های عملی است (Clement, 1982). دانش‌آموزان عمدتاً در کلاس‌های پایین‌تر قبل از شروع مطالعه فیزیک ، یک سری بدمفهومی‌ها 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 بدفهمی‌ها هنوز ناشناخته است، اما عدم‌سازماندهی مناسب محتوای درس و عدم‌اتصال دانش جدید به ساختار موجود، باورها و تجارب قبلی دانش‌آموز و قرار گرفتن مفاهیم انتزاعی در کنار هم در بیان یک مبحث روش تدریس در به وجود آوردن بدفهمی‌ها نقش دارند (بدریان و صفری، ۱۳۹۵).

اهمیت پرداختن به موضوع شناسایی بدفهی‌ها و روش‌های کاستن آنها به این دلیل است که وجود بدفهمی‌ها در ذهن دانش‌آموز باعث تداخل محتوای علمی‌شود 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 دانش‌آموزان را عهده دار خواهند بود و با شناخت بدفهمی‌های آنها و کمک به آنها در جهت از بین بردن این بدفهمی‌ها راه را برای آینده آنها که توجه بیشتر به سازه‌ها و مدل‌های ذهنی دانش‌آموزان 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 کم وزیاد 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 عدم‌رعایت 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 دانشجوها، 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 بدمفهوم‌های دانشجویان جدیدالورود رشته فیزیک در مباحث مختلف فیزیک دوران دبیرستان و تجزیه و تحلیل اینکه این بدفهمی‌ها از کجا نشات 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 پاسخ های دانشجو 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 جدول۱ سوالات طراحی شده بهمراه درصد پاسخ‌گویی صحیح به این سوالات آمده است. همان طور که مشاهده می‌شود حدود ۷۰ درصد دانشجویان سال نوری را به عنوان یکای زمان می‌شناسند؛ به گونه‌ای 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.

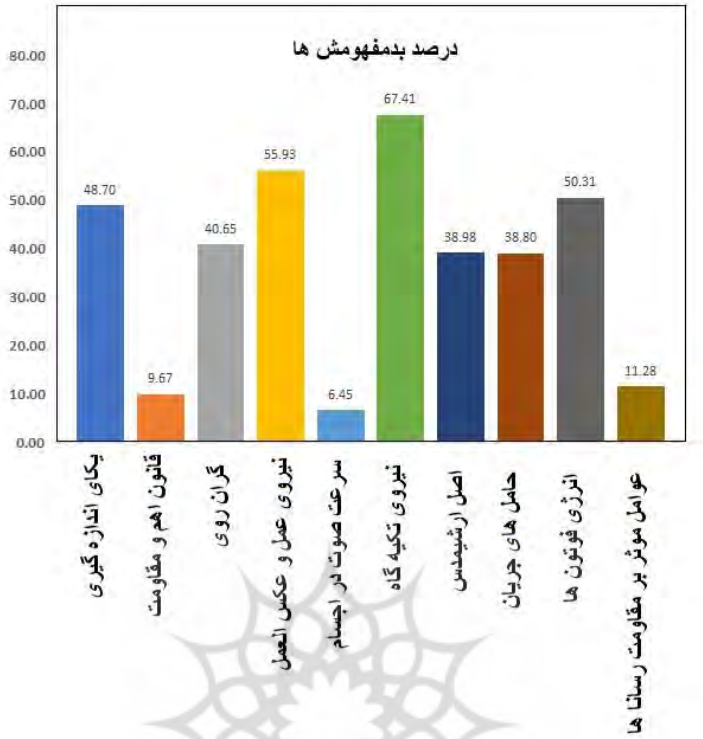
دومین سوالی که کمترین میزان پاسخ‌دهی به آن وجود داشت، سوالی از مبحث الکتریسیته جاری، مقاومت و قانون اهم بود که تنها ۳۴ درصد پاسخ صحیح به آن داده شد. سوال در اصل ترکیبی از مفاهیم قانون اهم و اثر دما بر مقاومت فلزات بود که نشان می‌دهد ادغام شدن مفاهیم با هم می‌تواند باعث ایجاد بدمفهومش شود.

برخی مفاهیم فیزیک استثنا هستند که معمولا 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 مولکوی آب است. یک مولکول آب از دو اتم هیدروژن و یک اتم اکسیژن تشکیل شده است.

جدول ۱. سوالات و میزان بدمفهومش‌ها در جامعه آماری

شماره	موضوع سوال	عنوان بدمفهومش	درصد صحیح
۱	یکای اندازه‌گیری	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 می‌شود.	۳۳/۹۰
۳	گران‌روی	چگالی یک مایع بیشتر شود گرانروی(ویسکوزیته) آن هم بیشتر می‌شود.	۳۵/۵۹
۴	نیروی عمل و عکس العمل	نیروی پیشران موشک‌ها آنها را به سمت بالا هل می‌دهد.	۴۴/۰۷
۵	سرعت صوت در اجسام	امواج صوتی در هوا سریعتر از اجسام عبور می‌کند.	۵۵/۹۳
۶	نیروی تکیه‌گاه	ترازو جرم اجسام را می‌سنجد	۵۹/۳۲
۷	اصل ارشیمدس	جسم سنگین‌تر در آب فرو رفته و جسم سبک‌تر روی آب شناور می‌ماند.	۶۱/۰۲
۸	حامل‌های جریان	آب خالص الکتریسیته را کندتر از خود عبور می‌دهد.	۶۱/۰۲
۹	انرژی فوتون‌ها	فوتون‌های نور چراغ انرژی‌های متفاوتی دارند.	۶۹/۴۹
۱۰	عوامل موثر بر مقاومت رساناها	مقاومت رسانا با افزایش طول و افزایش دما کاهش پیدا می‌کند	۷۲/۸۸

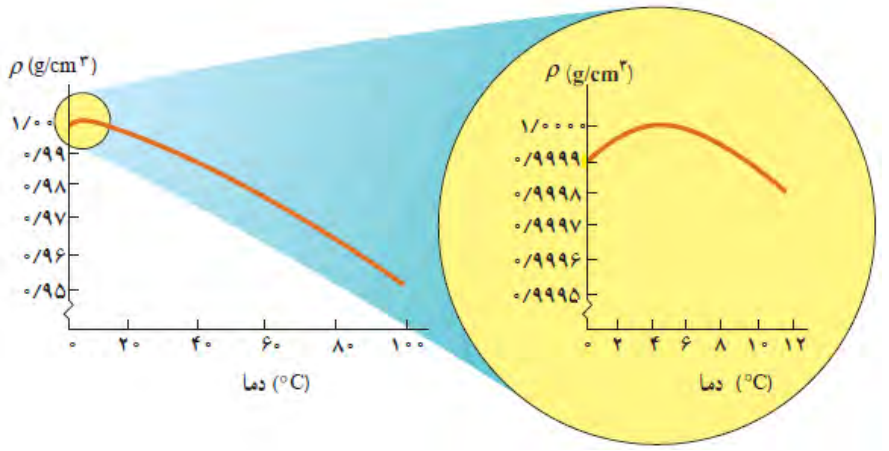
در مولکول‌های آب علاوه بر آنکه هیدروژن و اکسیژن بر هم نیرو وارد می‌کنند، نیروهای الکتروستاتیکی هم در اثر وجود هیدروژن موجود است که سبب می‌شود هر ملکول آب با چهار ملکول مجاور خود پیوند یابد (پیوند هیدروژنی) و یک شبکه بلوری را ترتیب دهد. وقتی آب را سرد می‌کنیم ، فاصله بین مولکولی کاهش می‌یابد و مولکول‌ها نزدیکتر می‌شوند و در نتیجه چگالی افزایش می‌یابد.



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: هم‌اندازه و مختلف الجهت 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 دانش‌آموز برای یافتن نیروی مرکزگرا را دارد که کدام نیرو مرکزگرا است و نیروی‌های عمل و عکس العمل کدام است؟ نیروی‌های وارد بر موشک و هواپیما هم ضمن آنکه برای دانش‌آموزان جالب است که کدام نیرو باعث اوج‌گرفتن هواپیما یا حرکت موشک می‌شود اما گاها باعث اشتباه دانش‌آموزان می‌شود. در این سوال نظر دانشجو معلمان درباره نیروی پیشران موشک پرسیده شد که تقریبا نصف آنها غلط جواب دادند. بنظر می‌رسد که دو نکته می‌بایست برای دانش‌آموزان تجسم کرد. اول آنکه جسم را می‌توان مانند ذره‌ای 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 دانش‌آموزان دقت لازم را داشته باشند.

در سوال ۵، سرعت صوت در یک محیط چگال مورد پرسش قرار گرفته است. آنچه که دانش‌آموزان از زندگی روزمره و تجربه با خود به کلاس می‌آورند این است که سرعت حرکت خودشان را در هوا و آب استخر با سرعت صوت در این محیط ها مقایسه می‌کنند. 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 چگال‌تر باشد، سرعت

صوت در آن بیشتر است دقیقا 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. این‌که دانشجومعلمان در این سوال حدود ۴۰ درصد بدفهمی داشته‌اند، می‌تواند 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
گرانیت(293 K)	6000	شیشه	4000-5500
هیدروژن(273 K)	1286	سرب	1230

در مورد سوال ۶ می‌بایست دو مفهوم را بکار ببریم. یکی اینکه ترازو در واقع نیروی عمودی سطح را اندازه‌گیری می‌کند 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 برده‌ایم. البته اینکه ترازو جرم اجسام را اندازه‌گیری می‌کند، از آنجا نشأت گرفته که چه در دوران دبیرستان و چه دانشگاه، هنگامی دانش‌آموز یا دانشجو قصد استفاده از ترازو را دارد، بمعنی این است که می‌خواهد جرم را اندازه‌گیری کند. اصل شناوری ارشیمدس موضوعی است که در سوال ۷ مورد ارزیابی قرار گرفته است. بدمفهومش این سوال از تجارب روزانه نشأت می‌گیرد، جایی که اجسام با چگالی بالا (چگالی بیشتر از مایع) در مایع فرو می‌روند 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 می‌گیرد در حالی که سنگین نیست.

ماهیت جریان الکتریکی موضوع سوال ۸ است. به جرات می‌توان گفت که تعداد زیادی از دانش‌آموزان متوسطه دوم و همچنین تعداد قابل توجهی از دانشجویان، ماهیت جریان را الکترون‌های آزاد جسم می‌دانند. این مطلب در مورد رساناها صحیح است اما در الکترولیت‌ها این یون‌های مثبت و منفی هستند که جریان را حمل می‌کنند. البته اگر یک نوع یون سریعتر حرکت کند، یون غالب در جریان الکتریکی خواهد بود. در تخلیه الکتریکی یک گاز که هم الکترون‌ها و هم یون‌های مثبت و منفی حضور دارند، بدلیل تحرک بیشتر

الکترون‌ها به نسبت یون‌های سنگین، عملا 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 ظاهرا از ذهن اکثر (۷۰٪) جامعه آماری مورد بررسی دور نمانده است. ۳۰ درصدی که جواب صحیحی به این پرسش نداده‌اند، احتمالا به این نکته توجه نداشته‌اند.

عوامل موثر بر مقاومت یک رسانا شامل طول، سطح مقطع، مواد تشکیل‌دهنده رسانا (مقاومت ویژه) می‌باشد. کاملا 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 بدفهمی‌را 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 علمی‌باعث برطرف شدن بسیاری از بدفهمی‌ها می‌شود.

برخی از بدفهی‌ها 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 می گیرند دقت کنند تا همه اصول فیزیکی در کنار هم قرارگیرند و نتیجه صحیح حاصل شود. مثلا 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 بدمفهومی‌ها حل شوند باید مطالب به صورت مفهومی مرور شده و معلم باید بدمفهومی‌هایی را که برای دانش‌آموزان خود در سالیان مختلف و با استفاده از تجربه ی دیگر مدرس‌ها؛ بدمفهومی‌ها را یادداشت کرده و آن‌ها را در حین تدریس برای دانش‌آموزان 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 الکتریسیته 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 می کنند 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 دانش‌آموزان 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 رامین‌پور. (۱۳۹۱). کج‌اندیشی‌های دانش‌آموزان پایه چهارم دبستان درباره پدیده‌های نجومی: بررسی دیدگاه‌های آموزگاران. نوآوری‌های آموزشی. دوره ۱۱ شماره ۴. ۱۱۸-۹۹.

بدریان، عابد و صفری، پریوا. (۱۳۹۵). بررسی تصورات و کج فهمی‌های دانش‌آموزان پایه ششم ابتدایی درباره مفهوم انرژی. خانواده و پژوهش. دوره ۱۳ شماره ۳۰. صفحه ۱۳۷-۱۱۷.

مهربان، زهرا. (۱۳۹۷). بدفهمی‌های دانش‌آموزان دوره اول ابتدایی در علوم تجربی. اولین کنفرانس ملی توسعه پایدار درعلوم 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 حرفه ای 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.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی