فصلنامه مطالعات برنامه درسی ایران
سال نوزدهم، شماره ۷۶، بهار ۱۴۰۴، ۲۳۴ – ۲۰۷

Journal of Curriculum Studies (J. C. S)
Vol. 20 (76); 2025, 207-234
10.22034/jcs.2025.490154.2369

بدفهمی‌های رایج از مفاهیم فیزیک عمومی؛ مطالعه موردی دانشجو-معلمان رشته آموزش ابتدایی

Common Misconceptions of General Physics Concepts: A Case Study of Pre-service Elementary Education Teachers

تاریخ دریافت مقاله: ۰۲ /۱۴۰۳/۰۹؛ تاریخ پذیرش مقاله: ۰۸ /۱۴۰۴/۰۳

محدثه نگهبان[۱] **محمدرضا امام جمعه**[۲]
فاطمه احمدی[۳] **علیرضا عصاره**[۴]
مسعود کبیری[۵]

M. Negahban **M. R. Emam Jome (Ph.D)**
F. Ahmadi (Ph.D) **A. Assareh (Ph.D)**
M. Kabiri (Ph.D)

چکیده: هدف مقاله شناسایی بدفهمی‌های دانشجومعلمان رشته آموزش ابتدایی از مفاهیم فیزیک عمومی است. روش پژوهش آمیخته (کیفی-کمی) است؛ ابتدا با تحلیل محتوای سرفصل های آموزش علوم، بدفهمی‌ها در حوزه فیزیک عمومی شناسایی شد. سپس، برای تأیید بدفهمی‌ها، از روش کیفی گروه کانونی (۶ نفره) استفاده شد. در بخش کمی پژوهش، میزان رواج این بدفهمی‌ها در بین دانشجومعلمان با استفاده از یک آزمون محقق‌ساخته مورد بررسی قرار گرفت. جامعه آماری بخش کمی، دانشجومعلمان مقطع کارشناسی ورودی سال تحصیلی ۱۳۹۹-۱۳۹۸ در رشته آموزش ابتدایی دانشگاه فرهنگیان بود. نمونه‌ای به حجم ۳۴۰ نفر به روش نمونه‌گیری در دسترس از میان دانشجومعلمان پردیس‌های تهران، مشهد، اصفهان، اراک، یاسوج و همدان انتخاب شد. نتایج تحقیق نشان داد که تمامی ۲۰ بدفهمی شناسایی‌شده، در بین دانشجومعلمان وجود دارد که برخی از آن‌ها رواج بالاتری دارند. همچنین، نتایج نشان می‌دهد که تعداد و شدت بدفهمی‌های موجود در میان دانشجومعلمان قابل‌توجه است و این امر ضرورت بازنگری و اصلاح برنامه‌های درسی تربیت معلم را برجسته می‌سازد.

کلیدواژه‌ها: برنامه درسی، آموزش علوم، دانشجومعلمان، بدفهمی، فیزیک

Abstract: The aim of this study is to identify pre-service elementary education teachers' misconceptions about general physics concepts. A mixed-methods approach (qualitative–quantitative) was employed. In the qualitative phase, content analysis of the theoretical background and focus groups were conducted, leading to the identifying and confirming 20 misconceptions across seven conceptual domains: temperature and heat, force, density, magnetism, electricity, sound, and light. In the quantitative phase, a researcher-made test based on these misconceptions was administered. The study population consisted of undergraduate student teachers in primary education at the University of Farhangian admitted in the 2018-2019 academic year, and a sample of 340 participants was selected from six campuses using convenience sampling. The results revealed that all 20 misconceptions were common among the student teachers, with some—such as confusing temperature with heat, misinterpreting heat transfer from colder to warmer objects, the effect of mass on free-fall speed, and misunderstanding series and parallel circuits—being particularly widespread than others, highlighting the urgent need to revise and improve teacher education curricula.

Keywords: curriculum, science education, pre-service teachers, misconceptions, physics

۱. دانشجوی دکتری برنامه ریزی درسی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران m.negahban1993@gmail.com
۲. دانشیار گروه علوم تربیتی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران. (نویسنده مسئول) m_r_imam@yahoo.com
۳. دانشیار گروه فیزیک، دانشکده علوم پایه، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران. Fahmadi@ sru.ac.ir
۴. استاد گروه علوم تربیتی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران. Alireza_assareh@yahoo.com
۵استادیار، عضو هیئت‌علمی پژوهشگاه مطالعات آموزش و پرورش، تهران، ایران. maskabiri@yahoo.com

مقدمه

در قرن بیست و یکم، سواد علمی جنبهٔ ضروری برای تعیین کیفیت آموزش است. در عصر کنونیِ اطلاعات و جهانی شدن، دانش‌آموزان به مهارت‌های سواد علمی نیاز دارند (Shohib et al., 2021) و توسعهٔ سواد علمی یکی از اهداف برنامه درسی معاصرِ آموزش علوم در بسیاری از کشورهای جهان است (Benjamin et al., 2017; Kartal et al., 2018; Stylos et al., 2023 Benjamin et al., 2017; Kartal et al., 2018; Stylos et al., 2023). یکی از فعالیت‌های تأثیرگذار بر سواد علمی، درک درست علم است که تجربه یادگیرندگان در این حوزه نقش اساسی دارد (Hemmati, 2001).

دانش‌آموزان با مجموعه‌ای از باورها و ایده‌های پیشین وارد کلاس‌های درس علوم می‌شوند که بر یادگیری آنها تأثیر می‌گذارد (Bodrian et al., 2012; Taber & Keith, 2000). از سوی دیگر، دانش پیشین همیشه دقیق نیست. دانش‌آموزان ممکن است دارای تصورات نادرستی باشند که یادگیری مفاهیم جدید را برای آنها دشوار می‌کند. این تصورات نادرست که به عنوان بدفهمی شناخته می‌شوند، می‌توانند بسیار پایدار بوده و در برابر تغییر مقاوم باشند و می‌توانند ناشی از تجربه‌های روزانه، باورهای فرهنگی یا دانش ناقص و مفاهیم انتزاعی باشند (Kambouri, 2010; Thompson & Logue, 2006). به طور مثال در پژوهش Addido et al. (2022)، درک مفهومی علوم اغلب چالش‌های خود را دارد، زیرا اغلب مفاهیم آن پیچیده و غیرشهودی هستند.

بدفهمی‌ها از عوامل مهمی هستند که مانع یادگیری معنادار و اثربخش می‌شوند و هر چه طول مدت زمانی که فرد عقیده غلطی را کسب کرده بیشتر باشد، امکان تغییر آن مشکل می‌شود. به همین دلیل فرایند اصلاح بدفهمی‌ها در دانش‌آموزان ابتدایی مهم است (Rastegar et al., 2008). از این رو معلمان باید بتوانند قبل از شروع آموزش، دانش قبلی دانش‌آموزان در مورد مفاهیم علمی را شناسایی کنند و سپس آموزش خود را بر اساس آن طراحی کنند. این امر به منظور اطمینان از اینکه دانش‌آموزان یادگیری جدید را بر درک صحیح مفاهیم علمی قبلی خود بنا می‌کنند، حائز اهمیت است. همچنین از ایجاد بدفهمی‌های جدید نیز جلوگیری می‌شود (Dantonio & Beisenherz, 2001; Rasul et al., 2019) از این رو Ouch and

Widiyatmoko (2023)، در پژوهش خود توصیه می‌کنند که کتاب‌هایی درباره تصورات غلط دانش‌آموزان تهیه شود و به عنوان مرجعی مفید برای معلمان برای آشنایی بیشتر با تصورات غلط موجود استفاده شود.

از طرفی تحقیقات نشان داده‌اند که معلمان نیز می‌توانند عامل ایجاد بدفهمی در بین دانش‌آموزان باشند و شیوه تدریس آنها می‌تواند باعث ایجاد بدفهمی در بین دانش‌آموزان شود (Lin et al., 2016; Abell, 2007; Kikas, 2004). به طور مثال پژوهش Kamalianfar et al. (2021) در مورد علت پیدایش بدفهمی، نشان داده است که محتوای درس، باورهای قبلی دانش‌آموز و روش تدریس در به وجود آوردن بدفهمی‌ها نقش دارند و دانش‌آموزان ممکن است به همان بدفهمی‌هایی که معلمانشان دارند، دچار شوند (McDermott, 2006; Ilyas, 2018; Alwan, 2011). همچنین دانشجومعلمان نیز در زمینه علوم تجربی دارای بدفهمی‌هایی هستند و بسیاری از این بدفهمی‌ها، در آینده در برنامه‌ریزی و تدریس آنها ظاهر می‌شود و منجر به افزایش بدفهمی‌های دانش‌آموزان خواهد شد (Hashweh, 1987). به طور مثال در پژوهش Bayuni et al. (2018)، نتایج حاکی از آن است که بیشترین درصد بدفهمی‌های دانشجومعلمان مربوط به خواص ماده و تغییر شکل آن بوده است. علاوه بر این، Karakaya et al. (2021) در مطالعه خود به بدفهمی دانشجومعلمان در مورد شبکه غذایی و فتوسنتز پرداختند و نتایج آنها نشان داد که دانشجومعلمان دارای بدفهمی‌هایی در این زمینه هستند. همین‌طور Badrian (2016) در پژوهشی به بررسی بدفهمی‌های دانشجومعلمان رشته‌ی علوم تجربی درباره‌ی ماهیت تبخیر، سرعت تبخیر سطحی و فشار بخار پرداخته است. بررسی پاسخ‌ها نشان داد که دانشجومعلمان علوم تجربی بدفهمی‌های زیادی در این زمینه دارند و نمی‌توانند در بسیاری از موارد شبیه‌سازی‌شده، آموخته‌های خود را به خوبی مورد استفاده قرار دهند.

بنابراین، مهم است که دانشجومعلمان و معلمان در زمینه کشف و غلبه بر بدفهمی‌های دانش‌آموزان، آموزش ببینند و برای رسیدن به این هدف، ابتدا لازم است که بدفهمی‌های خود آنها برطرف شود تا بتوانند به درستی تدریس کنند و درک معنا دار در دانش‌آموزان ایجاد نمایند (Ilyas, 2018; Rasul, 2019). به طور مثال در پژوهش Anam et al. (2025) بر نیاز حیاتی به مداخلات هدفمند در برنامه‌های آموزش معلمان برای تقویت درک و آموزش مؤثر مفاهیم علمی تأکید می‌کند. پژوهش‌های انجام شده در این زمینه نشان می‌دهد در برنامه درسی تربیت

معلم خلأهای آموزشی وجود دارد و نیاز هست که به آن پرداخته شود. به طور مثال Aminitehrani and Sanayi (2013) در مقاله مروری خود به شناسایی و رفع بدفهمی دانشجومعلمان در درک مفاهیم بنیادین شیمی پرداختند و نتایج نشان داد فهم دانشجومعلمان از بیشتر مفاهیم همراه با بدفهمی‌های گوناگون و عدم درک کامل بوده است و برنامه تربیت معلم به جای توجه به درک معنی‌دار مفاهیم شیمی بر حفظ طوطی‌وار مطالب تمرکز کرده‌اند و به جاست که در برنامه تربیت معلم تلاش بیشتری برای تشخیص و رفع این بدفهمی‌ها در نظر گرفته شود.

پژوهش‌های انجام شده در رابطه با شناسایی بدفهمی‌های دانشجومعلمان در جامعه آماری محدود انجام شده و به شناسایی چند بدفهمی موردی پرداخته اند. از طرفی، این پژوهش‌ها مباحث فیزیک را به صورت گسترده پوشش نمی‌دهند، بنابراین در این تحقیق، محدودیت پژوهش‌های گذشته رفع می‌گردد و با توجه به تمامی موارد فوق، در این مطالعه مسئله اصلی شناسایی بدفهمی دانشجومعلمان دوره ابتدایی در حوزه محتوایی فیزیک است.

روش پژوهش

این پژوهش از لحاظ هدف، کاربردی و از نظر روش، آمیخته (کیفی-کمی) است. در بخش کیفی، از روش تحلیل محتوای کیفی جهت‌دار و گروه کانونی برای شناسایی بدفهمی‌های رایج در مفاهیم فیزیکی استفاده شد و در بخش کمی، میزان رواج این بدفهمی‌ها در بین دانشجومعلمان بررسی گردید. جامعه آماری بخش کمی تحقیق شامل دانشجومعلمان دوره کارشناسی ورودی سال تحصیلی ۱۳۹۸-۱۳۹۹ در رشته آموزش ابتدایی دانشگاه فرهنگیان بود. نمونه‌گیری به روش در دسترس از میان دانشجومعلمان پردیس‌های تهران، مشهد، اصفهان، اراک، یاسوج و همدان انجام شد و حجم نمونه ۳۴۰ نفر، طبق جدول شماره ۱ در نظر گرفته شد که بر اساس بررسی‌های اولیه و با هدف دستیابی به نمای کلی از وضعیت بدفهمی‌های دانشجومعلمان انتخاب گردید. لازم به ذکر است، این تعداد بر اساس رویه‌های استاندارد پژوهش‌های مشابه تعیین شده است (Cohen et al., 2018). همچنین تلاش شد تا نمونه مورد مطالعه تنوع جغرافیایی داشته باشد و تا حد امکان نماینده‌ای از دانشجومعلمان سراسر کشور باشد. انتخاب دانشجومعلمان سال آخر کارشناسی به این دلیل بود که آن‌ها درس «مبانی آموزش علوم تجربی» را گذرانده باشند. برای شناسایی بدفهمی‌ها ابتدا بر اساس سرفصل‌های آموزش

علوم در رشته آموزش ابتدایی به تحلیل محتوای پیشینه نظری پرداخته شد و بدفهمی‌ها در حوزه فیزیک عمومی شناسایی گردید. سپس با استفاده از روش کیفی گروه کانونی و با حضور ۲ استاد برنامه درسی، ۲ استاد آموزش علوم و ۱ استاد سنجش، این بدفهمی‌ها طی هشت جلسه دو ساعته مورد بحث و تحلیل قرار گرفتند. در نهایت، ۲۰ بدفهمی مطابق با جدول شماره ۲، در هفت حوزه‌ی مفهومی شامل دما و گرما، نیرو، چگالی، مغناطیس، الکتریسیته، صوت و نور مورد تأیید قرار گرفتند. برای بررسی میزان رواج این بدفهمی‌ها، یک آزمون محقق ساخته شامل ۳۶ سؤال چهارگزینه‌ای طراحی شد. سؤالات این آزمون بر اساس بدفهمی‌های شناسایی شده در بخش کیفی و مطابق با سرفصل آموزش علوم دوره ابتدایی تنظیم گردید. مجموعه سؤال‌های طرح شده توسط گروه کانونی مورد نقد و بررسی قرار گرفت و روایی محتوایی آن تأیید شد.

جدول۱. اطلاعات جمعیت شناختی مشارکت‌کنندگان

نام پردیس	تعداد مشارکت‌کنندگان
پردیس نسیبه تهران	۹۱ نفر
پردیس زینب کبری (س) اراک	۶۰ نفر
پردیس شهید هاشمی نژاد مشهد	۵۰ نفر
پردیس شهید باهنر تهران	۴۶ نفر
پردیس فاطمه زهرا (س) اصفهان	۴۳ نفر
پردیس کوثر یاسوج	۳۵ نفر
پردیش شهید باهنر همدان	۱۵ نفر

جدول۲. بدفهمی‌های شناسایی شده در حوزه نظری

مبحث	بدفهمی‌های شناسایی شده	توضیح بدفهمی
دما و گرما	دما و گرما یکسان هستند.	افراد در پذیرش اینکه اشیاء مختلف در یک محیط یکسان، بعد از مدت طولانی دمای یکسانی دارند دچار مشکل هستند (Alwan, 2011).
	دما به عنوان خاصیت ذاتی مواد است.	یکی از تصورات غلط این است که افراد معتقدند، فلزات ذاتاً سرد و چوب و پلاستیک چون سریع شعله‌ور می‌شوند، ذاتاً گرم هستند (Liu, 2022; Miller et al., 2006; Choi et al., 2001; Badrian et al., 2014; Institute of Physics, 2024).
	سرما از جسم سرد به جسم گرم انتقال می‌یابد.	هنگام نگه داشتن یک لیوان یخ، به دلیل انتقال گرمای دست‌ها به یخ، دمای کمتری را احساس می‌کنیم و گاهی افراد تصور می‌کنند سرما به دست آنها منتقل می‌شود (Fenditasari & Istiyono, 2020).

مبحث	بدفهمی‌های شناسایی شده	توضیح بدفهمی
	اندازه و جرم جسم بر دما تأثیر دارد.	برخی افراد دما را به جنس و اندازه جسم وابسته می‌دانند (Kırıkkaya & Güllü, 2008; Irawati & Sofianto, 2019; Kaniawati et al., 2019). به عنوان مثال، آنها ممکن است بر این باور باشند که یک لیوان بزرگ آب از یک فنجان کوچک آب با همان دما، گرمتر است.
	همرفت فقط در مایعات اتفاق می‌افتد.	افراد ممکن است تصور کنند که همرفت فقط در مایعات اتفاق می‌افتد، در حالیکه همرفت می‌تواند در گازها نیز اتفاق افتد (Odja, 2020).
نیرو	اجسام با جرم بیشتر، سریعتر سقوط می‌کنند.	افراد تصور می‌کنند در سقوط آزاد (بدون مقاومت هوا) اجسام با جرم بیشتر سریعتر به زمین می‌رسند (Mufit, 2018; Syuhendri, 2018).
	نیرو جاذبه فقط به اجسام در حال سقوط وارد می‌شود.	یکی از بدفهمی‌های رایج در فیزیک این است که تنها به اجسامی که در حال سقوط هستند نیروی جاذبه وارد می‌شود (Tweed et al., 2003; Palmer & Bright, 2003).
	برای ادامه حرکت اجسام با سرعت ثابت، نیرو لازم است.	اکثر دانش‌آموزان تصور می‌کنند، جسمی که با سرعت ثابت روی سطح لغزنده حرکت می‌کند، خود به خود متوقف می‌شود (Kaniawati, 2019; California State Polytechnic University, 2019).
	به اجسام ساکن نیرو وارد نمی‌شود.	تصور برخی افراد این است که جسمی که ساکن است؛ هیچ نیرویی به آن وارد نشده است، در صورتیکه ممکن است برآیند نیروهای آن صفر باشد (Laeli, 2020).
	وزن ثابت و جرم تغییر می‌کند.	یکی از بدفهمی‌های رایج بین افراد این است که تصور می‌کنند وزن در همه جا ثابت است و جرم در سیاره‌های مختلف تغییر می‌کند (Doğanay, 2022; Hewitt, 2009).
چگالی	اجسام سبک همیشه روی آب شناور هستند و اجسام سنگین غرق می‌شوند.	افراد با این بدفهمی مواجه هستند که اجسام سنگین غرق می‌شوند و اجسام سبک شناور می‌مانند در صورتیکه چگالی تعیین می‌کند (Hardy et al., 2006; Dorji, 2021).
	اجسام سخت حتماً غرق می‌شوند و اجسام نرم روی آب شناور می‌مانند.	برخی افراد دارای این بدفهمی هستند که اشیای سخت قطعاً غرق می‌شوند و اشیای نرم روی آب شناور می‌مانند در صورتیکه چگالی تعیین می‌کند (Hardy, 2006; Dorji, 2021; Ünal & Coştu, 2005).
	نحوه قرار گرفتن در آب در غرق یا شناور شدن آنها تأثیر دارد.	بدفهمی افراد مبنی بر اینکه اجسام نوک تیز اگر در آب انداخته شوند حتماً غرق می‌شوند؛ نمونه‌ای از درک نادرست علمی است (Karabacak, 2014).

مبحث	بدفهمی‌های شناسایی شده	توضیح بدفهمی
مغناطیس	همه فلزات جذب آهنربا می‌شوند.	این تصور غلط که همه‌ی فلزها به آهنربا جذب می‌شوند در میان دانش-آموزان (Gülçiçek, 2004; Karabacak, 2014)، دانشجومعلمان و معلمان رواج دارد (Hekkenberg, 2012; Ürek & Çoramık, 2012; Burgoon et al., 2011).
الکتریسیته	جریان الکتریکی هنگام عبور از مدار مصرف می‌شود.	برخی از افراد تصور می‌کنند جریان از یک سر باتری شروع می‌شود و به نوبت از هر جزء مدار عبور می‌کند تا به سر دیگر باتری برسد (Mirach, 2019).
	در مدار متوالی اگر یک لامپ بسوزد بقیه لامپ-ها پر نورتر می‌شود.	افراد معمولاً درک درستی از تفاوت‌های مدار سری و مدار موازی ندارند، به همین دلیل تصور می‌کنند اگر یکی از لامپ‌ها در مدار سری بسوزد، بقیه لامپ‌ها پر نورتر می‌شود (Mirach, 2019).
	جریان الکتریکی فقط از طریق یک سیم از باتری به لامپ منتقل می‌شود.	افراد تصور می‌کنند که اتصال یک سیم بین دستگاه و منبع تغذیه برای کارکرد دستگاه الکتریکی کافی است (Peşman & Eryılmaz, 2010; Sencar & Eryılmaz, 2004; Taşlıdere, 2013; Küçüközer & Kocakülah, 2007).
صوت	سرعت صوت در گازها بیشتر از مایعات و جامدات است.	متداول‌ترین بدفهمی این است که چون صدا در هوا با مانعی برخورد نمی‌کند سریعترین سرعت را دارد (Physics Stack Exchange, 2024).
نور	اجسام براق فقط می-توانند نور را بازتاب کنند.	یکی از بدفهمی‌های رایج این است که نور فقط می‌تواند از سطوح براق (مانند آینه) بازتاب شود (Schleigh, 2014).
	ماه منبع نور است.	یکی از رایجترین بدفهمی‌ها این است که ماه خودش نور تولید می‌کند، در حالیکه ماه نور خورشید را منعکس می‌کند (Generation Genius, 2018).

سپس برای بررسی میزان بدفهمی‌های شناسایی شده در حوزه نظری در دانشجومعلمان، آزمون طراحی شده اجرا گردید. برای تحلیل آماری داده‌ها، فراوانی پاسخ‌هایی که بدفهمی احتمالی مورد نظر را می‌سنجید، به دست آمد. برای تحلیل نتایج، با توجه به اینکه درصد ارائه شده به طور خام ممکن است اطلاعات زیادی در اختیار قرار ندهد، نسبت هر کد نادرست به کد درست نیز محاسبه گردید. بدین ترتیب میزان شیوع بدفهمی با عدد ۰ تا ۴ درجه‌بندی گردید، اگر نسبت بدست آمده کوچکتر از ۰/۲۵ باشد، مورد خاص بدفهمی در نظر گرفته نمی-

شود. اگر این نسبت بیشتر از ۰/۲۵ و کوچکتر ۰/۵ باشد، مورد خاص، بدفهمی با شیوع ۱ در نظر گرفته می‌شود. اگر این نسبت بیشتر از ۰/۵ و کوچکتر از ۰/۷۵ باشد، مورد خاص بدفهمی با شیوع ۲ در نظر گرفته می‌شود. اگر این نسبت بیشتر از ۰/۷۵ و کوچکتر از ۱ باشد، مورد خاص، بدفهمی با شدت شیوع ۳ و در حالیکه این نسبت بزرگتر از ۱ باشد، میزان شیوع بدفهمی ۴ در نظر گرفته می‌شود.

یافته‌ها

در این بخش به تأیید یا رد بدفهمی‌های شناسایی‌شده در زمینه فیزیک در بین دانشجومعلمان پرداخته شده است. برای این منظور، سؤالات آزمون محقق ساخته که وجود بدفهمی احتمالی ذکر شده را در دانشجومعلمان تأیید می‌کند، آورده شده و در ادامه درصد پاسخگویی ذکر می‌شود.

۱. بدفهمی‌های دانشجومعلمان رشته آموزش ابتدایی در مبحث دما و گرما کدامند؟

شکل ۱. سؤال‌های (۱ و ۲)، (۳) و (۴) مربوط به یک بدفهمی از مبحث دما و گرماست که در جدول (۲) ارائه شده است.

هدف سوال ۱ و ۲، بررسی میزان درک دانشجومعلمان از تفاوت دما و گرماست. دانشجومعلمانی که در سؤال ۱ گزینه ۴ و در سؤال ۲ گزینه ۱ را انتخاب کردند، دچار این بدفهمی هستند که گرما و دما را یکسان در نظر می‌گیرند، در صورتی که میزان دمای جسم را نمی‌توان با حس لامسه اندازه گرفت و دمای اجسامی که در یک محیط قرار دارند یکسان است. علاوه بر این، هدف سؤال ۳، بررسی میزان درک دانشجومعلمان از انتقال گرما از جسم گرم به جسم سرد است. برخی تصور می‌کنند سرما از جسم سرد به جسم گرم منتقل می‌شود و دانشجویانی که در سؤال ۳ گزینه ۱ را انتخاب کرده‌اند دچار این بدفهمی هست که درک درست و کاملی از انتقال گرمایی ندارند. همچنین در سؤال ۴ هدف، بررسی میزان درک دانشجومعلمان از انتقال گرما به روش همرفت است. برخی افراد تصور می‌کنند همرفت تنها در مایعات اتفاق می‌افتد. دانشجویانی که در سؤال ۴ گزینه ۱ را انتخاب کردند دچار این بدفهمی هستند.

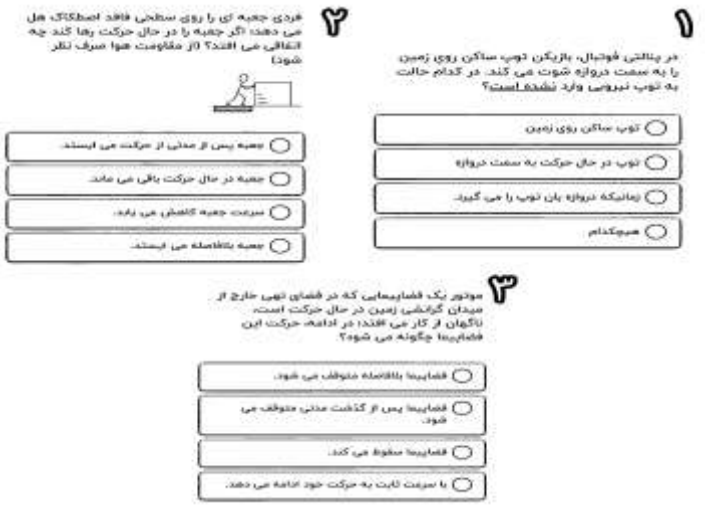
شکل ۲. هر جفت سؤال (۵ و ۶)، (۷ و ۸) مربوط به یک بدفهمی از مبحث دما و گرماست که در جدول (۲) ارائه شده است.

هدف سؤال ۵ و ۶، بررسی میزان درک دانشجومعلمان در مورد اجسامی که رسانای بهتر گرما و اجسامی که عایق گرما هستند، است. برخی افراد تصور می‌کنند، سرما و گرما خاصیت ذاتی اجسام هستند. دانشجویانی که در سؤال ۵ گزینه ۲ و در سؤال ۶ گزینه ۱ را انتخاب کردند، دچار این بدفهمی هستند. همچنین در سؤال ۷ و ۸ هدف بررسی میزان درک دانشجومعلمان از وابسته نبودن دما به اندازه و جنس اجسام است. در سؤال ۷ دانشجویانی که گزینه ۳ و در سؤال ۸ دانشجویانی که گزینه یک را انتخاب کردند، دچار این بدفهمی هستند.

جدول ۳ . شدت بدفهمی‌های شناسایی‌شده در حوزه دما و گرما

بدفهمی	سؤال‌های پوشش‌دهنده	درصد پاسخ درست	درصد ارتکاب اشتباه منتسب به بدفهمی	نسبت بدفهمی	درجه بدفهمی
بدفهمی ۱: دما و گرما یکسان هستند.	(تصویر ۱)	۲۵/۲۶	۴۳/۳۴	۱/۷۲	۴
	(تصویر ۲)	۶/۱۴	۸۰/۵۵	۱۳/۱۱	۴
بدفهمی ۲: انتقال سرما از جسم سرد به جسم گرم اتفاق می‌افتد.	(تصویر ۳)	۴۲/۳۲	۴۹/۱۵	۱/۱۶	۴
بدفهمی ۳: همرفت تنها در مایعات اتفاق می‌افتد.	(تصویر ۴)	۶۴/۵۱	۱۸/۰۹	۰/۲۸	۱
بدفهمی ۴: فلزها به طور طبیعی سرد هستند و گرما را دیرتر منتقل می کنند.	(تصویر ۵)	۵۵/۶۳	۱۹/۱۱	۰/۳۴	۱
	(تصویر ۶)	۴۶/۴۲	۱۹/۱۱	۰/۴۱	۱
بدفهمی ۵: دمای اجسام هم-جنس به اندازه آن بستگی دارد.	(تصویر ۷)	۱/۰۲	۱/۲۲	۱/۲۰	۴
	(تصویر ۸)	۴۳/..	۲۵/۹۴	۰/۶۰	۳

۲. بدفهمی‌های دانشجومعلمان رشته آموزش ابتدایی در مبحث نیرو کدامند؟



شکل ۳. سؤال‌های (۱)، (۲ و ۳) مربوط به یک بدفهمی از مبحث نیرو است که در جدول (۳) ارائه شده است

هدف سؤال ۱، بررسی میزان درک دانشجومعلمان از وارد شدن نیرو به اجسام است. برخی افراد تصور می‌کنند، به اجسام ساکن نیرو وارد نمی‌شود و وجود نیرو وزن و تکیه‌گاه در اجسام ساکن را در نظر نمی‌گیرند. در سؤال ۱، دانشجویانی که گزینه ۱ را انتخاب کرده بودند، دچار این بدفهمی هستند. همچنین هدف از طراحی سؤال ۲ و ۳، بررسی میزان درک دانشجومعلمان از توانایی ادامه حرکت در اجسام با سرعت ثابت است. برخی دانشجویان تصور می‌کنند، زمانیکه جسمی با سرعت ثابت در حال حرکت است اگر به آن نیرو وارد نکنیم پس از مدتی از حرکت می‌ایستند. در سؤال ۲، دانشجویانی که گزینه ۱ را انتخاب کردند و در سؤال ۳، افرادی که گزینه ۲ را انتخاب کرده بودند دچار این بدفهمی هستند.

هدف از سؤال ۴ و ۵، بررسی میزان درک دانشجومعلمان از اینکه نیروی جاذبه تنها به اجسام در حال سقوط وارد نمی‌شود، بلکه به همه اجسام، حتی اجسام ساکن نیز وارد می‌شود. برخی افراد تصور می‌کنند نیرو جاذبه تنها به اجسام در حال سقوط وارد می‌شود. در سؤال ۴ دانشجویانی که گزینه ۳ و در سؤال ۴ دانشجویانی که گزینه ۱ را انتخاب کردند دچار این بدفهمی هستند. هدف از سؤال ۶ و ۷ بررسی میزان درک دانشجومعلمان از وابسته نبودن سقوط آزاد به جرم اجسام است. برخی افراد تصور می‌کنند اجسام سنگین‌تر سریعتر به زمین می‌رسند.

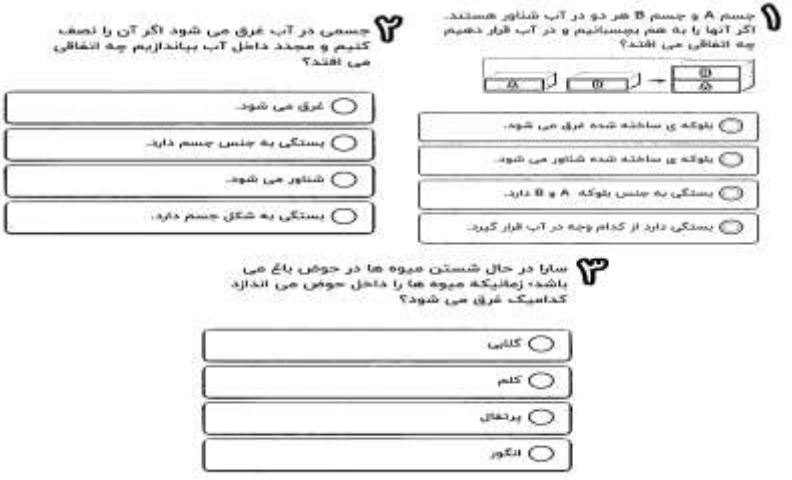
در سؤال ۶، دانشجویانی که گزینه ۱ را و سؤال ۷، دانشجویانی که گزینه ۲ را انتخاب کردند، دچار این بدفهمی هستند. همچنین هدف از سؤال ۸ و ۹، بررسی میزان درک دانشجومعلمان از ثابت بودن جرم اجسام است. برخی افراد تصور می‌کنند با تغییر نیرو جاذبه، وزن اجسام ثابت است و جرم تغییر می کند. دانشجویانی که گزینه ۳ و در سؤال ۸ و دانشجویانی که در سؤال ۹ گزینه ۲ را انتخاب کردند، دچار این بدفهمی هستند.

شکل ۴. سؤال‌های (۴ و ۵)، (۶ و ۷)، (۸ و ۹) مربوط به یک بدفهمی از مبحث نیرو است که در جدول (۳) ارائه شده است.

جدول ۴ . شدت بدفهمی‌های شناسایی‌شده در حوزه نیرو

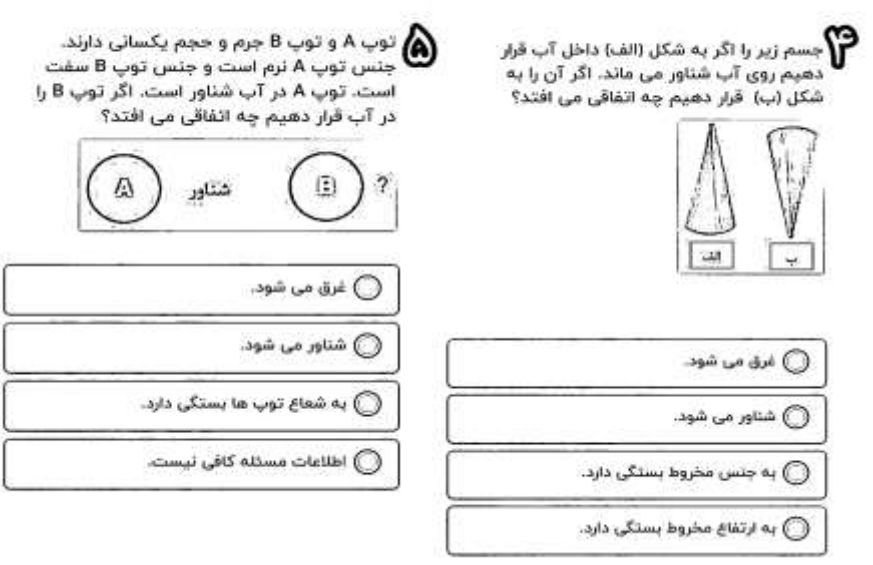
بدفهمی	سؤال‌های پوشش‌دهنده	درصد پاسخ درست	درصد ارتکاب اشتباه منتسب به بدفهمی	نسبت بدفهمی	درجه بدفهمی
بدفهمی ۶: به جسمی که ساکن هست نیرویی وارد نمی‌شود.	(تصویر ۱)	۵۹/۳۹	۲۲/۸۷	۰/۳۹	۲
بدفهمی ۷: اجسام در حال حرکت برای ادامه حرکت به نیرو نیاز دارند.	(تصویر ۲)	۴۰/۲۷	۲۵/۹۴	۰/۶۴	۲
	(تصویر ۳)	۴۴/۳۷	۲۷/۹۹	۰/۶۰	۲
بدفهمی ۸: تنها به اجسام در حال سقوط نیرو جاذبه وارد می‌شود.	(تصویر ۴)	۷۶/۷۹	۱۱/۲۶	۰/۱۵	–
	(تصویر ۵)	۶۸/۲۶	۱۸/۷۷	۰/۲۸	۱
بدفهمی ۹: در سقوط آزاد اجسام با جرم بیشتر سریعتر به زمین می‌رسند.	(تصویر ۶)	۱۱/۶۰	۵۸/۷۰	۵/۰۶	۴
	(تصویر ۷)	۱۳/۶۵	۵۹/۰۴	۴/۳۳	۴
بدفهمی ۱۰: جرم متغیر و وزن ثابت است.	(تصویر ۸)	۶۱/۷۷	۱۷/۰۶	۰/۲۸	۱
	(تصویر ۹)	۶۰/۷۵	۱۸/۰۹	۰/۳۰	۱

۲. بدفهمی‌های دانشجومعلمان رشته آموزش ابتدایی در مبحث چگالی کدامند؟



شکل ۵. سؤال‌های (۱ و ۲ و ۳) مربوط به یک بدفهمی از مبحث چگالی است که در جدول (۴) ارائه شده است.

هدف از سؤال ۱، ۲ و ۳ نیز بررسی میزان درک دانشجومعلمان از چگالی است. برخی افراد تصور می‌کنند، اجسام سنگین حتماً غرق می‌شوند و مفهوم جرم در واحد حجم را در نظر نمی-گیرند. در سؤال ۱، دانشجویانی که گزینه ۳، در سؤال ۲ و ۳، دانشجویانی که گزینه ۲ را انتخاب کردند، دچار این بدفهمی هستند.



شکل ۶. سؤال‌های (۴)، (۵) هر کدام مربوط به یک بدفهمی از مبحث چگالی است که در جدول (۴) ارائه شده است.

هدف از سؤال ۴ بررسی میزان درک دانشجومعلمان از مفهوم چگالی و عدم ارتباط آن به سختی و نرمی اجسام است. برخی افراد تصور می‌کنند، اجسام نرم حتما در آب فرو می‌روند و اجسام سخت غرق می‌شوند. دانشجویانی که در سؤال ۴، گزینه ۲ را انتخاب کردند دچار این بدفهمی هستند. همچنین هدف از سؤال ۵، بررسی میزان درک دانشجومعلمان از مفهوم چگالی و عدم ارتباط آن به وضعیت قرار گرفتن اجسام در آب است. برخی افراد تصور می‌کنند نحوه قرارگیری اجسام در آب تعیین می‌کند آنها شناور می‌مانند یا غرق می‌شوند. دانشجویانی که در سؤال ۵، گزینه ۱ را انتخاب کردند دچار این بدفهمی هستند.

جدول ۵. شدت بدفهمی‌های شناسایی‌شده در حوزه چگالی

بدفهمی	سؤال‌های پوشش‌دهنده	درصد پاسخ درست	درصد ارتکاب اشتباه منتسب به بدفهمی	نسبت بدفهمی	درجه بدفهمی
بدفهمی ۱۱: اجسام با جرم زیاد غرق و اجسام سبک شناور می‌مانند.	(تصویر ۱)	۴۲/۶۶	۱۲/۹۷	۰/۳۰	۱
	(تصویر ۲)	۳۲/۴۲	۳۳/۷۹	۰/۹۶	۳
	(تصویر ۳)	۴۳/۳۴	۱۴/۶۸	۰/۳۴	۱
بدفهمی ۱۲: اجسام سخت غرق و اجسام نرم شناور می‌مانند.	(تصویر ۴)	۴۳/۰۰	۲۸/۳۳	۰/۶۶	۲
بدفهمی ۱۳: شکل قرارگیری اجسام در آب تعیین می‌کند که آن جسم غرق می‌شود یا شناور می‌ماند.	(تصویر ۵)	۴۲/۶۶	۳۰/۰۳	۰/۷۰	۲

۴. بدفهمی‌های دانشجومعلمان رشته آموزش ابتدایی در مبحث صوت کدامند؟

شکل ۷. سؤال‌های (۱ و ۲) مربوط به یک بدفهمی از مبحث صوت است که در جدول (۵) ارائه شده است.

هدف از سؤال ۱ و ۲، بررسی میزان درک دانشجومعلمان از سرعت انتقال صوت است. برخی افراد تصور می‌کنند، سرعت صوت در گازها بیشتر از مایعات و در مایعات بیشتر از جامدات است. در سؤال ۱ دانشجویانی که گزینه ۳ و در سؤال ۲ دانشجویانی که گزینه ۱ را انتخاب کردند، دچار این بدفهمی هستند.

جدول ۶ . شدت بدفهمی‌های شناسایی‌شده در حوزه صوت

بدفهمی	سؤال‌های پوشش‌دهنده	درصد پاسخ درست	درصد ارتکاب اشتباه منتسب به بدفهمی	نسبت بدفهمی	درجه بدفهمی
بدفهمی ۱۴: سرعت صوت در گازها از جامدات و مایعات بیشتر است.	(تصویر ۱)	۲۸/۳۳	۴۸/۱۲	۱/۷۰	۴
	(تصویر ۲)	۲۳/۸۹	۴۰/۲۷	۱/۶۷	۴

۵. بدفهمی‌های دانشجومعلمان رشته آموزش ابتدایی در مبحث مغناطیس کدامند؟

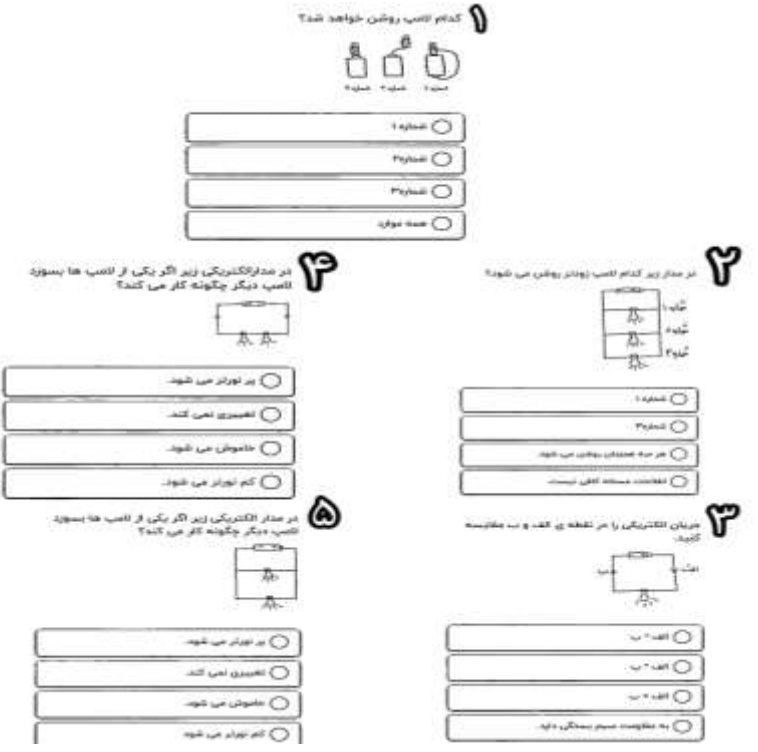
شکل ۸. سؤال‌های (۱ و ۲) مربوط به یک بدفهمی از مبحث مغناطیس است که در جدول (۷) ارائه شده است.

هدف از سؤال ۱ و ۲، بررسی میزان درک دانشجومعلمان از اجسامی که به آهنربا جذب می‌شود، است. برخی افراد تصور می‌کنند، تمامی فلزات جذب آهنربا می‌شوند. در سؤال ۱ دانشجویانی که گزینه ۵ و در سؤال ۲ دانشجویانی که گزینه ۴ را انتخاب کردند، دچار این بدفهمی هستند.

جدول ۷ . شدت بدفهمی‌های شناسایی‌شده در حوزه مغناطیس

بدفهمی	سؤال‌های پوشش‌دهنده	درصد پاسخ درست	درصد ارتکاب اشتباه منتسب به بدفهمی	نسبت بدفهمی	درجه بدفهمی
بدفهمی شماره ۱۵: آهنربا همه فلزات را به خود جذب می‌کند.	(تصویر ۱)	۶۵/۱۹	۲۴/۹۱	۰/۳۸	۱
	(تصویر ۲)	۶۱/۰۹	۲۵/۹۴	۰/۴۲	۱

۶. بدفهمی‌های دانشجومعلمان رشته آموزش ابتدایی در مبحث الکتریسیته کدامند؟



شکل ۹. سؤال‌های (۱)، (۲ و ۳)، (۴ و ۵) مربوط به یک بدفهمی از مبحث الکتریسیته است که در جدول (۷) ارائه شده است.

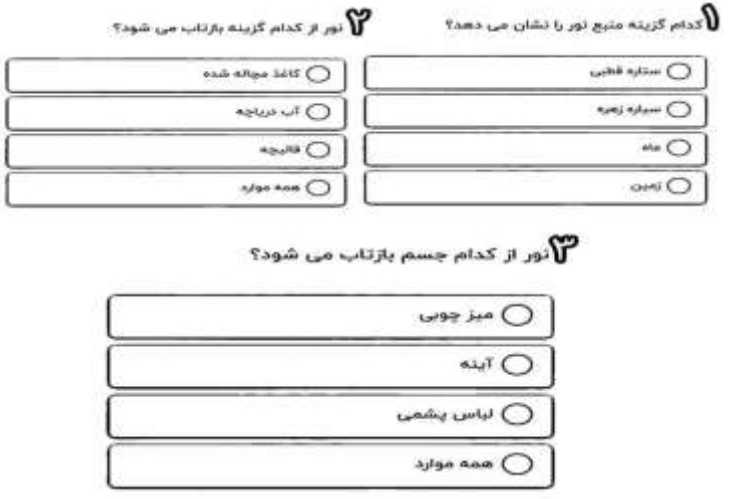
هدف سؤال ۱، بررسی میزان درک دانشجومعلمان از مدار الکتریکی ساده است که در آن جریان از باتری به لامپ و برعکس از لامپ به باتری می‌رود. برخی افراد تصور می‌کنند، اتصال یک سیم بین دستگاه و منبع تغذیه برای کارکرد دستگاه الکتریکی کافی است. دانشجومعلمانی که در سؤال ۱ گزینه ۳ را انتخاب کردند، دچار این بدفهمی هستند. همچنین هدف از سؤال ۲ و ۳ بررسی میزان درک دانشجومعلمان از جریان الکتریکی در مدار است. برخی افراد تصور می‌کنند برخی از افراد تصور می‌کنند، جریان از یک سر باتری شروع می‌شود و به نوبت از هر جزء مدار عبور می‌کند تا به سر دیگر باتری برسد. درصورتیکه جریان بلافاصله در همه نقاط مدار هنگامی که مدار کامل است، جریان می‌یابد. دانشجویانی که در سؤال ۲ و ۳، گزینه ۱ را انتخاب کردند دچار این بدفهمی هستند. علاوه بر این، هدف سؤال‌های ۴ و ۵، بررسی میزان درک دانشجومعلمان از مدارهای موازی و متوالی است. برخی افراد درک درستی از مدار سری و مدار

موازی ندارند و تصور می‌کنند با خاموش شدن یک لامپ در مدارهای متوالی و موازی سایر لامپ‌ها پرنور می‌شوند، در صورتیکه در مدار متوالی با سوختن یک لامپ سایر لامپ‌ها نیز خاموش می‌شود و در مدار موازی نور سایر لامپ‌ها تغییری نمی‌کند. دانشجویانی که در سؤال ۴ و ۵، گزینه ۱ را انتخاب کردند، دچار این بدفهمی هستند.

جدول ۸ . شدت بدفهمی‌های شناسایی‌شده در حوزه الکتریسیته

بدفهمی	سؤال‌های پوشش‌دهنده	درصد پاسخ درست	درصد ارتکاب اشتباه منتسب به بدفهمی	نسبت بدفهمی	درجه بدفهمی
بدفهمی شماره ۱۶: اگر دو سر باتری به لامپ متصل نباشد می‌تواند روشن شود.	(تصویر ۱)	۶۶/۵۵	۱۶/۰۴	۰/۲۴	۱
بدفهمی شماره ۱۷: جریان الکتریکی در مدار مصرف می‌شود.	(تصویر ۲)	۵۸/۷۰	۱۹/۱۱	۰/۳۳	۱
	(تصویر ۳)	۶۰/۴۱	۲۴/۹۱	۰/۴۱	۱
بدفهمی شماره ۱۸: در مدارهای متوالی و موازی اگر یک لامپ بسوزد لامپ دیگر پر نورتر می‌شود.	(تصویر ۴)	۳۶/۱۸	۲۶/۹۶	۰/۷۵	۳
	(تصویر ۵)	۴۲/۳۲	۴۴/۷۱	۱/۰۶	۴

۷. بدفهمی‌های دانشجومعلمان رشته آموزش ابتدایی در مبحث نور کدامند؟



شکل ۱۰. سؤال‌های (۱)، (۲ و ۳) مربوط به یک بدفهمی از مبحث نور است که در جدول (۹) ارائه شده است.

هدف سؤال ۱، بررسی میزان درک دانشجومعلمان از منبع نور است. برخی افراد تصور می-کنند، چون ماه روشن است از خودش نور دارد، در صورتیکه ماه هنور خورشید را بازتاب می-کند. در سؤال ۳، دانشجویانی که گزینه ۳ را انتخاب کردند دچار این بدفهمی هستند. همچنین هدف در سؤال‌های ۲ و ۳، بررسی میزان درک دانشجومعلمان از بازتاب نور است. برخی افراد تصور می‌کنند نور تنها از اجسام براق بازتاب می‌شود در صورتیکه نور از همه اجسام بازتاب می‌شود و تنها در اجسام براق بازتاب نور منظم است. دانشجویانی که در سؤال ۲ و ۳ ، گزینه ۲ را انتخاب کردند دچار این بدفهمی هستند.

جدول ۹ . شدت بدفهمی‌های شناسایی‌شده در حوزه نور

بدفهمی	سؤال‌های پوشش‌دهنده	درصد پاسخ درست	درصد ارتکاب اشتباه منتسب به بدفهمی	نسبت بدفهمی	درجه بدفهمی
بدفهمی شماره ۱۹: ماه منبع نور است.	(تصویر ۱)	۵۵/۲۹	۲۷/۹۹	۰/۵۱	۲
بدفهمی شماره ۲۰: نور فقط از اجسام براق بازتاب پیدا می-کند.	(تصویر ۲)	۳۸/۹۱	۵۳/۵۸	۱/۳۸	۴
	(تصویر ۳)	۳۳/۴۵	۶۱/۰۹	۱/۸۳	۴

نتیجه‌گیری

بدفهمی‌ها به‌عنوان درک‌های نادرست یا ناقص از مفاهیم علمی، نقش مهمی در فرآیند یادگیری دارند و می‌توانند بر تدریس و پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان تأثیر بگذارند (Vančugovienė, 2025). این بدفهمی‌ها اغلب از تجربیات روزمره، مفاهیم نادرست انتقال‌یافته در آموزش و درک ناصحیح از پدیده‌های علمی ناشی می‌شوند. معلمان به‌عنوان عوامل کلیدی در فرآیند یادگیری، می‌توانند از طریق روش‌های تدریس خود، این بدفهمی‌ها را اصلاح یا تقویت کنند (Vosniadou, 2020). از طرفی مشکل زمانی شدیدتر خواهد شد که خود معلمان دچار

بدفهمی باشند (Kamalianfar et al., 2021; Saadati & Sarabi, 2021). بنابراین، شناسایی و تحلیل بدفهمی‌های دانشجومعلمان، به‌عنوان آینده‌سازان نظام آموزشی، ضروری است.

نتایج این پژوهش نشان داد، در حوزه فیزیک عمومی، شامل دما و گرما، نیرو، چگالی، صوت، مغناطیس، الکتریسیته و نور، بدفهمی‌هایی در بین دانشجومعلمان رواج دارد که برخی از این بدفهمی‌ها با شدت زیاد تأیید شدند و نیاز به توجه ویژه دارند. از جمله، عدم تمایز بین دما و گرما و تصور نادرست از اندازه‌گیری دما با حس لامسه بود. این نتیجه با یافته‌های Çalik et al. (2023) همخوانی دارد که نشان داده‌اند دانشجویان اغلب مفهوم گرما را با دما یکسان در نظر می‌گیرند. همچنین، درک نادرست از انتقال گرما، که بسیاری از دانشجویان تصور می‌کنند «سرما» از جسم سرد به جسم گرم منتقل می‌شود، با پژوهش Liu (2022) در زمینه مفاهیم حرارتی سازگار است. باور نادرست درباره‌ی وابستگی دما به اندازه‌ی جسم، بدفهمی دیگری بود که بر اساس پژوهش Manouchehrizadeh (2018) می‌تواند ناشی از تفسیر غلط قوانین ترمودینامیک باشد. همچنین مشاهده شد که بسیاری از دانشجومعلمان تصور می‌کنند سرعت صوت در گازها بیشتر از مایعات و جامدات است. مطالعه‌ی Corni & Fuchs (2021) نشان می‌دهد این بدفهمی ناشی از فقدان تجربه عملی در محیط‌های آزمایشگاهی است. علاوه بر این، یافته‌ها نشان داد که دانشجومعلمان درک درستی از نحوه عملکرد مدارهای سری و موازی ندارند و درک آن‌ها از بازتاب نور محدود به اجسام براق است. این یافته‌ها همسو با پژوهش Eyüboğlu & Arslan (2024) است که بر نقش آموزش عملی در بهبود درک مفاهیم فیزیک تأکید دارد. این نتایج نشان می‌دهد که دانشجومعلمان نه‌تنها به درک دقیق‌تری از مفاهیم فیزیکی نیاز دارند، بلکه روش‌های آموزشی نیز باید اصلاح شوند. در همین راستا پیشنهاد می‌گردد برای بهبود وضعیت آموزشی، برنامه درسی تربیت معلم بازنگری گردد و به جای تأکید صرف بر محتوای نظری، از روش‌های یادگیری فعال، آزمایشگاهی و تجربی استفاده شود تا مفاهیم به صورت عمیق‌تری درک شوند (Romero-García et al., 2020). در همین راستا پیشنهاد می‌شود برای بهبود وضعیت آموزشی، برنامه درسی تربیت معلم بازنگری گردد و به جای تأکید صرف بر محتوای نظری، از روش‌های یادگیری فعال، آزمایشگاهی و تجربی استفاده شود تا مفاهیم به صورت عمیق‌تری درک شوند. استفاده از فناوری‌های آموزشی و به کارگیری شبیه‌سازهای رایانه‌ای می‌تواند به درک بهتر دانشجومعلمان کمک کند (Vahedi et al., 2020).

پیشنهاد می‌شود از راهبردهای متنوع یاددهی-یادگیری استفاده شود. این راهبردها شامل فعالیت‌های عملی، آموزش مبتنی بر حل مسئله (Jonassen, 2010; Schoenfeld, 2010) و روش‌های سازنده‌گرایی هستند که یادگیرندگان را به تعامل و کشف مفاهیم ترغیب می‌کنند (Schraw et al., 2006; Windschitl, 2006). همچنین، بهره‌گیری از یادگیری مشارکتی، پژوهش‌محور، استفاده از فناوری‌های به‌روز و تقویت تفکر انتقادی به درک بهتر کمک می‌کند (Wiggins & McTighe, 2005; Fandiño Parra et al., 2019; Krajcik & Blumenfeld, 2006; Brookfield, 2012). ترکیب آموزش نظری با تجربیات عملی، ارائه مثال‌های کاربردی، مرور هدفمند مفاهیم نیز مؤثر هستند (Demirdag, 2014; Hattie, 2008).

علاوه بر این با توجه به برنامه فعلی تربیت معلم و وجود بدفهمی در دانشجومعلمان فارغ‌التحصیل شده پیشنهاد می‌شود برای رفع بدفهمی‌های شناسایی شده، کارگاه‌هایی برگزار کرد که برنامه درسی آن به‌گونه‌ای طراحی شده باشد که به اصلاح بدفهمی‌ها کمک کند. در این برنامه، اهداف آموزشی باید کاملاً شفاف و دقیق تعیین شوند تا مسیر یادگیری به درستی هدایت کننده باشد. همچنین، محتوای آموزشی باید متناسب با سطح یادگیرندگان انتخاب گردد و از منابع متنوع و مثال‌های کاربردی برای توضیح بهتر مفاهیم استفاده شود (Hattie & Bautista, 2013). روش‌های تدریس در این کارگاه‌ها باید فعال و مشارکتی باشند، به‌گونه‌ای که یادگیرندگان فرصت تعامل، بحث و تفکر انتقادی را داشته باشند. به‌کارگیری شیوه‌هایی مانند پرسش و پاسخ، فعالیت‌های گروهی و یادگیری مبتنی بر مسئله می‌تواند به درک عمیق‌تر مفاهیم کمک کند (Prince, 2004). علاوه بر این، ارزشیابی مستمر بخش مهمی از برنامه درسی این کارگاه‌ها خواهد بود، زیرا از طریق آن می‌توان میزان پیشرفت یادگیرندگان را سنجید و در صورت نیاز، توضیحات تکمیلی یا تغییراتی در شیوه تدریس اعمال کرد (William, 2011). در نهایت، انعطاف‌پذیری در طراحی و اجرای این کارگاه‌ها ضروری است تا بتوان بر اساس نیازهای شرکت‌کنندگان، محتوای آموزشی و روش‌های تدریس را بهبود بخشید و مسیر یادگیری را به شکلی هدایت کرد که منجر به کاهش بدفهمی‌ها و تقویت درک صحیح مفاهیم شود (Tomlinson, 2014). در نهایت، برنامه‌ریزی درسی باید به‌گونه‌ای باشد که نه‌تنها بر آموزش محتوا، بلکه بر روش‌های یادگیری عمیق و مفهومی نیز تمرکز داشته باشد.

References

Abell, S. K. (2007). Handbook of research on science education. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Addido, J., Burrows, A. C., & Slater, T. F. (2022). Addressing pre-service teachers' misconceptions and promoting conceptual understanding through the conceptual change model. Problems of Education in the 21st Century, 80(4), 499-515.

Alwan, A. A. (2011). Misconceptions of heat and temperature among physics students. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 12, 600-614.

Anam, R. S., Sukardi, R. R., Handayani, M., Anantanukulwong, R., & Jajuri, T. (2025). Prospective Primary School Teachers' Understanding of Model Representation: The Case of Static Electricity. IJIS Edu: Indonesian Journal of Integrated Science Education, 7(1), 125-143.

Badrian, A., & Colleagues. (2012). Fourth-grade students' misconceptions about astronomical phenomena: A study from teachers' perspectives. Educational Innovations Quarterly, 11(44), 99-118.

Badrian, A., Shokar Bagani, A. S., & Pourskandari, R. (2013). Investigating fifth-grade students' misconceptions about the concepts of heat and temperature. Educational Innovations, 48, 93.

Benjamin, T. E., Marks, B., Demetrikopoulos, M. K., Rose, J., Pollard, E., Thomas, A., & Muldrow, L. L. (2017). Development and validation of a scientific literacy scale for college preparedness in STEM with freshmen from diverse institutions. International Journal of Science and Mathematics Education, 15(4), 607-623. https://doi.org/10.1007/s10763-015-9710-x

Brookfield, S. (2013). Teaching for critical thinking. International Journal of Adult Vocational Education and Technology (IJAVET), 4(1), 1-15.

Burgoon, J. N., Heddle, M. L., & Duran, E. (2011). Re-examining the similarities between teacher and student conceptions about physical science. Journal of Science Teacher Education, 22(2), 101-114. https://doi.org/10.1007/s10972-010-9196-x

Bayuni, T. C., Sopandi, W., & Sujana, A. (2018, May). Identification misconception of primary school teacher education students in changes of matters using a five-tier diagnostic test. In Journal of Physics: conference series (Vol. 1013, No. 1, p. 012086). IOP Publishing.

California State Polytechnic University, Pomona. (2024). Common student ideas about sound. Retrieved from https://www.cpp.edu/respect/resources/documents_1st/sound/gr1.sound_common_student_ideas.pdf

Çalik, M., Ültay, N., Bağ, H., & Ayas, A. (2023). Effectiveness of particulate nature of matter (PNM)-based intervention studies in improving

academic performance: A meta-analysis study. Chemistry Education Research and Practice, 24(3), 938-955.

Choi, H., Kim, E., Paik, S., Lee, K., & Chung, W. (2001). Investigating elementary students' understanding levels and alternative conceptions of heat and temperature. Elementary Science Education, 20, 123–138.

Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2017). Research Methods in Education (8th ed.). Routledge. https://doi.org/10.4324/9781315456539.

Corni, F., & Fuchs, H. U. (2021). Primary physical science for student teachers at kindergarten and primary school levels: Part II—Implementation and evaluation of a course. Interchange, 52(2), 203-236.

Dantonio, M., & Beisenherz, P. C. (2001). Learning to question, questioning to learn. Allyn and Bacon.

Darling-Hammond, L. (2000). Solving the dilemmas of teacher supply, demand, and standards: How we can ensure a competent, caring, and qualified teacher for every child. National Commission on Teaching & America's Future.

Demirdag, S. (2014). Effective teaching strategies and student engagement: Students with learning disabilities. International Journal of Teaching and Education, 2(3), 168.

Doğanay, K. (2022). Determination of misconceptions about mass and weight of 7th-grade students of middle school. Social Scientific Centered Issues, 2(1), 3-7.

Dorji, U. (2021). Misconception on floating and sinking. International Journal of English Literature and Social Sciences, 6(5), 243-249.

Eyüboğlu, I. S. K., & Arslan, A. S. (2024). Effectiveness of guided inquiry-based laboratory instruction on prospective science teachers' procedural and conceptual understandings. Educational Academic Research, (54), 89-104.

Fandiño Parra, Y. J., Muñoz Barriga, A., López Díaz, R. A., & Galindo Cuesta, J. A. (2021). Teacher education and critical thinking: Systematizing theoretical perspectives and formative experiences in Latin America. Revista de Investigación Educativa, 39(1), 149-167. https://doi.org/10.6018/rie.416271

Fenditasari, K., & Istiyono, E. (2020, February). Identification of misconceptions on heat and temperature among physics education students using four-tier diagnostic test. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1470, No. 1, p. 012055). IOP Publishing.

Generation Genius. (2018). Light and reflection teacher's guide. Retrieved from https://www.generationgenius.com/wp-content/uploads/2018/03/GG-Light-and-Reflection-TG_cw.pdf

Gülçiçek, N. (2004). The effect of conceptual change texts on students' understanding of magnetism subject and attitudes towards physics [Unpublished master's thesis]. Gazi University, Ankara.

Jonassen, D. H. (2010). Learning to solve problems: A handbook for designing problem-based learning environments. Routledge.

kamalianfar, ahmad, Jaberi, Mohammad Amin, & Mirab, Mohammad Reza. (2021). investigating of new physics student-teacher misconception. JOURNAL OF EDUCATION IN BASIC SCIENCES, 7(24), 84-94.

Kambouri, M. (2010). Teachers an children's misconceptions in science. In British Educational Research Association Annual Conference, University of Warmick.

Kaniawati, I., Fratiwi, N. J., Danawan, A., Suyana, I., Samsudin, A., & Suhendi, E. (2019). Analyzing students' misconceptions about Newton's laws through Four-Tier Newtonian Test (FTNT). Journal of Turkish Science Education, 16(1), 110-122.

Karabacak, Ü. (2014). Özdüzenleme ve ilköğretim ikinci kademe öğrencilerinin fen başarısının incelenmesi [Examination of self-regulation and science achievements of the 2nd levels of primary school students] [Unpublished master's thesis]. Balıkesir University, Balıkesir

Kartal, E. E., Cobern, W. W., Dogan, N., Irez, S., Cakmakci, G., & Yalaki, Y. (2018). Improving science teachers' nature of science views through an innovative continuing professional development program. International Journal of STEM Education, 5(30), 1-10. https://doi.org/10.1186/s40594-018-0125-4

Kikas, E. (2004). Teachers' conceptions and misconceptions concerning three natural phenomena. Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching, 41(5), 432-448.

Kirikkaya, E. B. & Gullu, D. (۲۰۰۸). Fifth Grade Students' Misconceptions about Heat - Temperature and Evaporation – Boiling. Elementary Education Online, ۷(۱), ۱۵-۲۷

Krajcik, J., & Blumenfeld, P. (2006). Inquiry-based learning in science education. Journal of Science Education, 40(5), 745-770.

Küçüközer, H., & Kocakülah, S. (2007). Secondary school students' misconceptions about simple electric circuits. Journal of Turkish Science Education, 4(1), 101-115.

Hardy, I., Jonen, A., Möller, K., & Stern, E. (2006). Effects of instructional support within constructivist learning environments for elementary school students' understanding of "floating and sinking." Journal of Educational Psychology, 98(2), 307.

Hashweh, M. Z. (1987). Effects of subject-matter knowledge in the teaching of biology and physics. Teaching and Teacher Education, 3(2), 109-120.
Hattie, J. (2008). Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement. Routledge.
Hattie, J., & Yates, G. C. (2013). Visible learning and the science of how we learn. Routledge.
Hekkenberg, A. (2012). Addressing misconceptions about electric and magnetic fields: A variation theory analysis of a lecture's learning space (Master's thesis).
Hemmati, M. (2001). The philosophy of science education. Special Issue on Science Education, 20, 4-7.
Hewitt, P. G. (2013). Conceptual physics (10th ed.). Pearson.
Institute of Physics. (2024). Retrieved from http://www.iop.org/
Ilyas, M. S. (2018). Exploring teachers' understanding about misconceptions of secondary grade chemistry students. International Journal of Cross-Disciplinary Subject Education, 9, 3323-3328.
Irawati, R. K., & Sofianto, E. W. N. (2019, October). The misconception analysis of natural science students on heat and temperature material using four-tier test. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1321, No. 3, p. 032104). IOP Publishing.
McDermott, L. C. (2006). Preparing K-12 teachers in physics: Insights from history, experience, and research. American journal of Physics, 74(9), 758-762.
Manouchehrizadeh, E. (2018). Identifying misconceptions of educational sciences student-teachers at Farhangian University about the concepts of heat and temperature. Basic Sciences Journal, 8(2), 65-78.
Miller, J. D., Hestenes, D., & Wells, M. (2006). Student Misconceptions about Temperature and Heat. Journal of Research in Science Teaching, 43(4), 356-369.
Mirach, E. (2019). Overcoming eighth grade students' misconceptions about simple electric circuits using 5E model. (Doctoral dissertation, University of Istanbul).
Mufit, F. (2018). The study of misconceptions on motion's concept and remediate using real experiment video analysis.
Laeli, C. M. H. (2020, February). Misconception of science learning in primary school students. In 3rd International Conference on Learning Innovation and Quality Education (ICLIQE 2019) (pp. 657-671). Atlantis Press.
Lin, J. W., Yen, M. H., Liang, J., Chiu, M. H., & Guo, C. J. (2016). Examining the factors that influence students' science learning processes

and their learning outcomes: 30 years of conceptual change research. Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 12(9), 2617-2646.

Liu, C. (2022). Understanding Heat and Temperature in Physics Education. Journal of Educational Science, 45(3), 210-225.

Ouch, S., & Widiyatmoko, A. (2023, June). The role of students' misconceptions in science teaching and learning. In AIP Conference Proceedings (Vol. 2614, No. 1). AIP Publishing.

Odja, A. H. (2020, April). Minimizing misconception on the topic of temperature and heat by edmodo learning media. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1521, No. 2, p. 022066).

Palmer, D., & Bright, R. (2003). Identifying and Correcting Misconceptions about Gravity in Elementary Students. Journal of Science Teacher Education, 14(3), 233-241.

Peşman, H., & Eryılmaz, A. (2010). Development of a three-tier test to assess misconceptions about simple electric circuits. The Journal of Educational Research, 103(3), 208-222. https://doi.org/dznct3

Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. Journal of Engineering Education, 93(2), 223-231.

Rasul, S., Shahzad, A., & Iqbal, Z. (2019). Teachers' misconceptions in science: Implications for developing a remedial teacher training program. Global Social Sciences Review (GSSR), 4(3), 221-228.

Romero-García, C., Buzón-García, O., Sacristán-San-Cristóbal, M., & Navarro-Asencio, E. (2020). Evaluación de un programa para la mejora del aprendizaje y la competencia digital en futuros docentes empleando metodologías activas. Estudios sobre educación, 39, 179-205.

Sencar, S., & Eryılmaz, A. (2004). Factors mediating the effect of gender on ninth-grade Turkish students' misconceptions concerning electric circuits. Journal of Research in Science Teaching, 41(6), 603–616. https://doi.org/dfbxdf

Schleigh, S. (2014). Addressing Misconceptions in the Elementary Classroom. Retrieved from https://static.nsta.org/connections/elementaryschool/201404Schleigh.pdf.

Shohib, M., Rahayu, Y. S., Wasis, W., & Hariyono, E. (2021). Scientific literacy ability of junior high school students on static electricity and electricity in living things. IJORER: International Journal of Recent Educational Research, 2(6), 700-708.students on static electricity and electricity in living things. IJORER : International Journal of Recent Educational Research, 2(6), 700–708. https://doi.org/10.46245/ijorer.v2i6.170.

Schoenfeld, A. H. (2010). How we think: A theory of goal-oriented decision making and its educational applications. Routledge.

Schraw, G., et al. (2006). Constructivist learning strategies in science education. Journal of Constructivist Teaching, 12(3), 215-238.

Stylos, G., Siarka, O., & Kotsis, K. T. (2023). Assessing Greek pre-service primary teachers' scientific literacy. European Journal of Science and Mathematics Education, 11(2), 271-282. https://doi.org/10.30935/scimath/12637

Syuhendri, S. (2019, April). Student teachers' misconceptions about gravity. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1185, No. 1, p. 012047).

Taber, K. S. (2000). Chemistry lessons for universities?: A review of constructivist ideas. University chemistry education, 4(2), 63-72.

Tomlinson, C. A. (2014). The differentiated classroom: Responding to the needs of all learners (2nd ed.). ASCD.

Taşlıdere, E. (2013). Effect of conceptual change oriented instruction on students' conceptual understanding and decreasing their misconceptions in DC electric circuits. Creative Education, 4(4), 273-282. https://doi.org/gq2jvs

Thompson, F., & Logue, S. (2006). An exploration of common student misconceptions in science. International education journal, 7(4), 553-559.

Tweed, T.R. Triggs, & J.P. Hesse. (2003). Misconceptions about Gravity among Elementary School Students. Physics Education, 38(5), 441-446.

Ürek, H., & Çoramık, M. (2021). A Cross Sectional Survey about Students' Agreement Rates on Non Scientific Ideas concerning the Concept of Magnet. Journal of Turkish Science Education, 18(2), 218-232.

Ünal, C., & Costu, D. (2005). Understanding the principles of density and buoyancy. Scientific Publications.

Vahedi, M., Fathi, F., Moradi, E., Hamedinasab, S., Kordlou, M., & Mohtadi, S. (2020). The necessity and benefits of using educational technology in different teaching approaches. Educational Technology Growth, 36(3), 15-20.

Vančugovienė, V. (2025). Exploring and enhancing conceptual change in biology education: Within and beyond the classroom (Doctoral dissertation).

Vosniadou, S. (2020). The development of students' understanding of science concepts: Conceptual change as a framework for constructing instructional interventions. In C. Sinatra & P. Pintrich (Eds.), Intentional conceptual change (pp. 377–406). Erlbaum.

Windschitl, M. (2006). The role of social interaction in learning natural sciences. Journal of Experimental Education, 30(1), 22-40.

Wiggins, G., & McTighe, J. (2005). Understanding by design (2nd ed.). ASCD.
Wiliam, D. (2011). Embedded formative assessment. Solution Tree Press.