



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

M. Negahban
F. Ahmadi (Ph.D)
M. Kabiri (Ph.D)

M. R. Emam Jome (Ph.D)
A. Assareh (Ph.D)

محمدرضا امام جمعه^۲
علیرضا عصاره^۳

محدثه نگهبان^۱
فاطمه احمدی^۳
مسعود کبیری^۵

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

چکیده: هدف مقاله شناسایی بدهمی‌های دانشجومعلمان رشته آموزش ابتدایی از مفاهیم فیزیک عمومی است. روش پژوهش آمیخته (کیفی-کمی) است؛ ابتدا با تحلیل محتوای سرفصل‌های آموزش علوم، بدهمی‌ها در حوزه فیزیک عمومی شناسایی شد. سپس، برای تأیید بدهمی‌ها، از روش کیفی گروه کانونی (۶ نفره) استفاده شد. در بخش کمی پژوهش، میزان رواج این بدهمی‌ها 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 بدهمی شناسایی‌شده، در بین دانشجومعلمان وجود دارد که برخی از آن‌ها رواج بالاتری دارند. همچنین، نتایج نشان می‌دهد که تعداد و شدت بدهمی‌های موجود در میان دانشجومعلمان قابل توجه است و این امر ضرورت بازنگری و اصلاح برنامه‌های درسی تربیت معلم را برجسته می‌سازد.

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

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@sr.u.ac.ir
۴. استاد گروه علوم تربیتی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران. Alireza_assareh@yahoo.com
۵. استادیار، عضو هیئت علمی پژوهشگاه مطالعات آموزش و پرورش، تهران، ایران. maskabiri@yahoo.com

در قرن بیست و یکم، سواد علمی جنبه ضروری برای تعیین کیفیت آموزش است. در عصر کنونی اطلاعات و جهانی شدن، دانش‌آموزان به مهارت‌های سواد علمی نیاز دارند (Shohib et al., 2021) و توسعه سواد علمی یکی از اهداف برنامه درسی معاصر 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). 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 (Addido et al., 2022). به طور مثال در پژوهش (Kambouri, 2010; Thompson & Logue, 2006) 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

بdfهفمی های رایج از مفاهیم فیزیک عمومی؛ مطالعه موردی دانشجو-معلمان ...
(Widiyatmoko, 2023). در پژوهش خود توصیه می کنند که کتاب هایی درباره تصورات غلط دانش آموزان تهیه شود و به عنوان مرجعی مفید برای معلمان برای آشنایی بیشتر با تصورات غلط موجود استفاده شود.

از طرفی تحقیقات نشان داده اند که معلمان نیز می توانند عامل ایجاد بdfهفمی در بین دانش آموزان باشند و شیوه تدریس آنها می تواند باعث ایجاد بdfهفمی در بین دانش آموزان شود (Lin et al., 2016; Abell, 2007; Kikas, 2004). به طور مثال پژوهش Kamalianfar et al. (2021) در مورد علت پیدایش بdfهفمی، نشان داده است که محتوای درس، باورهای قبلی دانش آموز و روش تدریس در به وجود آوردن بdfهفمی ها نقش دارند و دانش آموزان ممکن است به همان بdfهفمی هایی که معلمان شان دارند، دچار شوند (McDermott, 2006; Ilyas, 2018; Alwan, 2011). همچنین دانشجومعلمان نیز در زمینه علوم تجربی دارای بdfهفمی هایی هستند و بسیاری از این بdfهفمی ها، در آینده در برنامه ریزی و تدریس آنها ظاهر می شود و منجر به افزایش بdfهفمی های دانش آموزان خواهد شد (Hashweh, 1987). به طور مثال در پژوهش Bayuni et al. (2018)، نتایج حاکی از آن است که بیشترین درصد بdfهفمی های دانشجومعلمان مربوط به خواص ماده و تغییر شکل آن بوده است. علاوه بر این، Karakaya et al. (2021) در مطالعه خود به بdfهفمی دانشجومعلمان در مورد شبکه غذایی و فتوسنتز پرداختند و نتایج آنها نشان داد که دانشجومعلمان دارای بdfهفمی هایی در این زمینه هستند. همین طور Badrian (2016) در پژوهشی به بررسی بdfهفمی های دانشجومعلمان رشته ی علوم تجربی درباره ی ماهیت تبخیر، سرعت تبخیر سطحی و فشار بخار پرداخته است. بررسی پاسخ ها نشان داد که دانشجومعلمان علوم تجربی بdfهفمی های زیادی در این زمینه دارند و نمی توانند در بسیاری از موارد شبیه سازی شده، آموخته های خود را به خوبی مورد استفاده قرار دهند.

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

بدفهمی‌های رایج از مفاهیم فیزیک عمومی؛ مطالعه موردی دانشجوی-معلمان ...

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، الکتریسته، 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.

جدول ۱. اطلاعات جمعیت شناختی مشارکت‌کنندگان

نام پردیس	تعداد مشارکت‌کنندگان
پردیس نسیمه 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
پردیس شهید باهنر همدان	۱۵ نفر

جدول ۲. بدفهمی‌های شناسایی شده در حوزه نظری

مبحث	بدفهمی‌های شناسایی شده	توضیح بدفهمی
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).	
دما و گرما	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	بدهمی های شناسایی شده	توضیح بدهمی
	اندازه و جرم جسم بر دما تأثیر دارد.	برخی افراد دما را به جنس و اندازه جسم وابسته می دانند (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 می افتد.	افراد ممکن است تصور کنند که همرفت فقط در مایعات اتفاق می افتد، در حالیکه همرفت می تواند در گازها نیز اتفاق افتد (Odja, 2020).
	اجسام با جرم بیشتر، سریعتر سقوط می کنند.	افراد تصور می کنند در سقوط آزاد (بدون مقاومت هوا) اجسام با جرم بیشتر سریعتر به زمین می رسند (Mufit, 2018; Syuhendri, 2018).
	نیرو جاذبه فقط به اجسام در حال سقوط وارد می شود.	یکی از بدهمی های رایج در فیزیک این است که تنها به اجسامی که در حال سقوط هستند نیروی جاذبه وارد می شود (Tweed et al., 2003; Palmer & Bright, 2003).
نیرو	برای ادامه حرکت اجسام با سرعت ثابت، نیرو لازم است.	اکثر دانش آموزان تصور می کنند، جسمی که با سرعت ثابت روی سطح لغزنده حرکت می کند، خود به خود متوقف می شود (Kaniawati, 2019; California State Polytechnic University, 2019).
	به اجسام ساکن نیرو وارد نمی شود.	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 می کند.	یکی از بدهمی های رایج بین افراد این است که تصور می کنند وزن در همه جا ثابت است و جرم در سیاره های مختلف تغییر می کند (Doğanay, 2022; Hewitt, 2009).
	اجسام سبک همیشه روی آب شناور هستند و اجسام سنگین غرق می شوند.	افراد با این بدهمی مواجه هستند که اجسام سنگین غرق می شوند و اجسام سبک شناور می مانند در صورتیکه چگالی تعیین می کند (Hardy et al., 2006; Dorji, 2021).
چگالی	اجسام سخت حتماً غرق می شوند و اجسام نرم روی آب شناور می مانند.	برخی افراد دارای این بدهمی هستند که اشیای سخت قطعاً غرق می شوند و اشیای نرم روی آب شناور می مانند در صورتیکه چگالی تعیین می کند (Hardy, 2006; Dorji, 2021; Ünal & Coştu, 2005).
	نحوه قرار گرفتن در آب در غرق یا شناور شدن آنها تأثیر دارد.	بدهمی افراد مبنی بر اینکه اجسام نوک تیز اگر در آب انداخته شوند حتماً غرق می شوند؛ نمونه ای 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).
	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).
الکتریسیته	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, 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.

شود. اگر این نسبت بیشتر از ۰/۲۵ و کوچکتر از 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 شناسایی شده 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؟

۲ در یک روز تابستانی وسایل یک کشاورز (دستکش پلاستیکی، بیل، بطری آب، فرغون، سطل فلزی) در زیر نور آفتاب قرار داده شده است. کدام یک از وسایل کشاورز گرمتر است؟	۱ سارا کیک را درون ماکروفر پخت کدام گزینه درباره دمای اشیا درست است؟
☐ فرغون و سطل فلزی	☐ دمای کیک بیشتر از قالب فلزی کیک و جداره ماکروفر است.
☐ دستکش پلاستیکی و بطری آب	☐ دمای کیک کمتر از قالب فلزی کیک و جداره ماکروفر است.
☐ دستکش پلاستیکی و آب	☐ دمای کیک، قالب فلزی کیک و جداره ماکروفر یکسان است.
☐ همه وسایل به یک میزان گرم هستند.	☐ دمای جداره ماکروفر بیشتر از همه و دمای قالب فلزی کیک بیشتر از کیک است.
۴ گلدانی برای رشد بهتر نیاز به محیطی گرم دارد. در یک ساختمان پنج طبقه این گلدان را در پاگرد کدام طبقه قرار دهیم بهتر رشد می‌کند؟	۳ پای علی در بازی فوتبال دچار آسیب دیدگی شده است. او کمپرس یخ را روی آن قرار می‌دهد و احساس سرما می‌کند دلیل آن چیست؟
☐ پارکینگ همکف	☐ سرما از یخ به پای او منتقل شده است.
☐ طبقه دوم	☐ گرما از پای او به یخ منتقل شده است.
☐ طبقه سوم	☐ دلیل سرما آسیب دیدگی پای اوست.
☐ طبقه چهارم	

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

بدفهمی‌های رایج از مفاهیم فیزیک عمومی؛ مطالعه موردی دانشجو-معلمان ...

هدف سوال ۱ و ۲، بررسی میزان درک دانشجومعلمان از تفاوت دما و گرماست. دانشجومعلمانی که در سوال ۱ گزینه ۴ و در سوال 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 سوال 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 سوال ۳ گزینه ۱ را انتخاب کرده‌اند دچار این بدفهمی هست که درک درست و کاملی از انتقال گرمایی ندارند. همچنین در سوال 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 سوال ۴ گزینه ۱ را انتخاب کردند دچار این بدفهمی هستند.

۶ زهرا می‌خواهد برای پذیرایی از مهمان‌ها، بستنی‌ها را در کاسه‌های کوچک بریزد. او از کدام فاشنق استفاده کند تا بستنی‌ها دیرتر ذوب شوند؟

☐ فلزی

☐ فلزی

☐ جنس فاشنق در ذوب شدن بستنی مهم نیست.

☐ اطلاعات مسئله کافی نیست.

۵ مقدار مساوی یخ را روی بشقاب‌های هم اندازه ی فلزی و پلاستیکی قرار می‌دهیم؛ یخ روی کدام بشقاب سریعتر ذوب می‌شود؟

☐ فلزی

☐ پلاستیکی

☐ با سرعت یکسان ذوب می‌شود.

☐ اطلاعات مسئله کافی نیست.

۸ سه گوی فلزی روبه‌رو از یک جنس هستند. اگر آنها را زیر نور خورشید قرار دهیم کدام گوی بیشتر داغ می‌شود؟



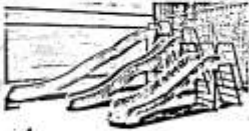
☐ گوی شماره یک

☐ گوی شماره دو

☐ گوی شماره سه

☐ هر سه به یک میزان داغ می‌شود.

۷ کودکی در یک ظهر تابستانی می‌خواهد بسبزه بازی کند. کدام سبزه‌های گمتری دارد؟



☐ سبزه شماره یک

☐ سبزه شماره دو

☐ سبزه شماره سه

☐ هیچکدام

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

بدفهمی‌های رایج از مفاهیم فیزیک عمومی؛ مطالعه موردی دانشجو-معلمان ...

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

۲

فردی چوبه‌ای ای را روی سطحی فاقد اصطکاک هل می‌دهد. اگر چوبه‌ای را در حال حرکت رها کند چه اتفاقی می‌افتد؟ (از مقاومت هوا صرف نظر شوند)



☐ چوبه پس از مدتی از حرکت می‌ایستد.

☐ چوبه در حال حرکت باقی می‌ماند.

☐ سرعت چوبه کاهش می‌یابد.

☐ چوبه متلاطمه می‌ایستد.

۱

در چنانچه فوتبال، بازیکن توپ ساکن روی زمین را به سمت دروازه شوت می‌کند. در کدام حالت به توپ نیروی وارد نشده است؟

☐ توپ ساکن روی زمین

☐ توپ در حال حرکت به سمت دروازه

☐ زمانی که دروازه بان توپ را می‌گیرد.

☐ هیچکدام

۳

موتور یک قشایمعی که در فضای توپ خارج از میدان گرانشی زمین در حال حرکت است. ناگهان از کار می‌افتد. در ادامه حرکت این قشایمعی چگونه می‌شود؟

☐ قشایمعی متلاطمه متوقف می‌شود.

☐ قشایمعی پس از گذشت مدتی متوقف می‌شود.

☐ قشایمعی متوقف می‌کند.

☐ با سرعت ثابت به حرکت خود ادامه می‌دهد.

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، زمانی که 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 ۵ 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 دانشجومعلم از ثابت بودن جرم اجسام است. برخی افراد تصور می کنند 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.

۴ فردی می خواهد از روی تخته ی پرش شنا درون استخر بپرد در کدام حالت به او نیروی جاذبه وارد می شود؟

۵ در کدام گزینه نیروی جاذبه به اجسام وارد می شود؟

☐ زمینی که فرد روی تخته ی پرش ایستاده است.

☐ زمانی که فرد از روی تخته شنا پریده است و به نقطه آوج رسیده است.

☐ زمانی که فرد از نقطه آوج در حال سقوط به داخل آب است.

☐ همه موارد

۶ سه توپ پینگ پنگ، بسکتبال و فوتبال را به طور همزمان از ارتفاع ۵ متری رها می کنیم. کدام توپ زودتر به زمین می رسد؟

☐ توپ بسکتبال چون سنگین تر است.

☐ توپ پینگ پنگ چون کوچکتر است.

☐ توپ فوتبال چون سرعتش بیشتر است.

☐ هر سه باهم به زمین می رسند.

۷ علی با جرم ۵۰ کیلوگرم و رضا با جرم ۷۵ کیلوگرم در پارک آبی، همزمان سرسره ی سقوط آزاد را تجربه می کنند. کدام یک در زمان کمتری به پایین سرسره می رسد؟ (نیروی اصطکاک قابل صرف نظر است.)

☐ علی، چون سبکتر است.

☐ رضا، چون سنگین تر است.

☐ هر دو در یک زمان می رسند.

۸ قضایه یی می خواهد به کره ی ماه سفر کند. هرچه از سطح زمین دورتر می شود کدام گزینه اتفاق می افتد؟

☐ جرم و وزن کاهش می یابد.

☐ جرم و وزن افزایش می یابد.

☐ وزن ثابت، جرم کاهش می یابد.

☐ جرم ثابت و وزن کاهش می یابد.

۹ فضانوردی در مکان A قرار دارد این فضانورد به مکان B که جاذبه ی آن دو برابر است سفر می کند. جرم و وزن آن چه تغییری می کند؟



☐ جرم ثابت، وزن افزایش می یابد.

☐ وزن ثابت، جرم افزایش می یابد.

☐ جرم و وزن افزایش می یابد.

☐ جرم و وزن کاهش می یابد.

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.

بدفهمی‌های رایج از مفاهیم فیزیک عمومی؛ مطالعه موردی دانشجو-معلمان ...

جدول ۴. شدت بدفهمی‌های شناسایی شده در حوزه نیرو

بدفهمی	سؤال‌های پوشش دهنده	درصد پاسخ درست	درصد ارتکاب اشتباه متناسب 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
بدفهمی ۸: تنها به اجسام در حال سقوط نیرو جاذبه وارد می‌شود.	(تصویر ۳)	۴۴/۳۷	۲۷/۹۹	۰/۶۰	۲
بدفهمی ۹: در سقوط آزاد اجسام با جرم بیشتر سریعتر به زمین می‌رسند.	(تصویر ۴)	۷۶/۷۹	۱۱/۲۶	۰/۱۵	-
بدفهمی ۱۰: جرم متغیر و وزن ثابت است.	(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
بدفهمی ۱۰: جرم متغیر و وزن ثابت است.	(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
بدفهمی ۱۰: جرم متغیر و وزن ثابت است.	(تصویر ۹)	۶۰/۷۵	۱۸/۰۹	۰/۳۰	۱

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

جسم A و جسم B هر دو در آب شناور هستند. اگر آنها را به هم بچسبانیم و در آب قرار دهیم چه اتفاقی می‌افتد؟

جسمی در آب غرق می‌شود اگر آن را نصف کنیم و مجدد داخل آب ببنداریم چه اتفاقی می‌افتد؟

بلوکه‌ی ساخته شده غرق می‌شود.

بلوکه‌ی ساخته شده شناور می‌شود.

بلوکه‌ی به چسب بلوکه A و B دارد.

بلوکه‌ی دارد از کدام وجه در آب قرار گیرد.

سارا در حال شستن میوه‌ها در حوض باغ می‌باشد. زمانیکه میوه‌ها را داخل حوض می‌اندازد کدامیک غرق می‌شود؟

گلابی

کلم

پرتقال

انگور

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 دانشجومعلم از چگالی است. برخی افراد تصور می‌کنند، اجسام سنگین حتماً غرق می‌شوند و مفهوم جرم در واحد حجم را در نظر نمی‌گیرند. در سؤال ۱، دانشجویانی که گزینه ۳، در سؤال ۲ و ۳، دانشجویانی که گزینه ۲ را انتخاب کردند، دچار این بدفهمی هستند.

۴ جسم زیر را اگر به شکل (الف) داخل آب قرار دهیم روی آب شناور می‌ماند. اگر آن را به شکل (ب) قرار دهیم چه اتفاقی می‌افتد؟



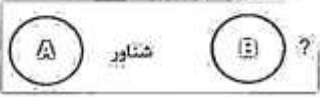
☐ غرق می‌شود.

☐ شناور می‌شود.

☐ به جنس مخروط بستگی دارد.

☐ به ارتفاع مخروط بستگی دارد.

۵ توپ A و توپ B جرم و حجم یکسانی دارند. جنس توپ A نرم است و جنس توپ B سخت است. توپ A در آب شناور است. اگر توپ B را در آب قرار دهیم چه اتفاقی می‌افتد؟



☐ غرق می‌شود.

☐ شناور می‌شود.

☐ به شعاع توپ ها بستگی دارد.

☐ اطلاعات مسئله کافی نیست.

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 دانشجومعلم از مفهوم چگالی و عدم ارتباط آن به سختی و نرمی اجسام است. برخی افراد تصور می‌کنند، اجسام نرم حتماً 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 دانشجومعلم 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.

بدفهمی‌های رایج از مفاهیم فیزیک عمومی؛ مطالعه موردی دانشجو-معلمان ...

جدول ۵. شدت بدفهمی‌های شناسایی‌شده در حوزه چگالی

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

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

۵ سرعت انتقال صوت در کدامیک از همه بیشتر است؟

۶ دو زیر دریایی می‌خواهند تبادل صوت انجام دهند آنها در کجا صدای یکدیگر را سریعتر می‌شنوند؟

آب ☐

میر چوب ☐

گاز اکسیژن ☐

در همه یکسان است ☐

روی آب ☐

زیر آب ☐

سرعت صوت در همه جا یکسان است ☐

اطلاعات مسئله کافی نیست ☐

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 بدفهمی های شناسایی شده در حوزه صوت

بدفهمی	سؤال های پوشش دهنده	درصد پاسخ درست	درصد ارتکاب اشتباه متناسب 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. بدفهمی های دانشجویان رشته آموزش ابتدایی در مبحث مغناطیس کدامند؟

۱ کدام گزینه جذب آهنربا می شود؟

۲ یک آهنربا با فاصله ی یکسان بین سه میله ی فلزی، از جنس های مس، فولاد و آهن قرار گرفته است؛ کدام میله جذب آهنربا می شود؟

☐ لیوان مسی
☐ انگشت طلا
☐ نردبان آلومینیومی
☐ فرغون آهنی
☐ همه فولاد

☐ میله آلومینیومی
☐ میله آهنی
☐ میله مسی
☐ همه فولاد

شکل ۸. سؤال های (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 دانشجویان از اجسامی که به آهنربا جذب می-

شود، است. برخی افراد تصور می کنند، تمامی فلزات جذب آهنربا می شوند. 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 بدفهمی های شناسایی شده در حوزه مغناطیس

بدفهمی	سؤال های پوشش دهنده	درصد پاسخ درست	درصد ارتکاب اشتباه متناسب به بدفهمی	نسبت بدفهمی	درجه بدفهمی
بدفهمی شماره ۱۵: آهنربا همه فلزات را به خود جذب می کند.	(تصویر ۱)	۶۵/۱۹	۲۴/۹۱	۰/۳۸	۱
	(تصویر ۲)	۶۱/۰۹	۲۵/۹۴	۰/۴۲	۱

بدفهمی‌های رایج از مفاهیم فیزیک عمومی؛ مطالعه موردی دانشجو-معلمان ...

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

۱ کدام لامپ روشن خواهد شد؟

شماره ۱ ☐

شماره ۲ ☐

شماره ۳ ☐

شماره ۴ ☐

۲ در مدار زیر کدام لامپ روشن می‌شود؟

شماره ۱ ☐

شماره ۲ ☐

شماره ۳ ☐

شماره ۴ ☐

۳ جریان الکتریکی را در نقطه یی که با ب علامتگذاری کرده‌اند، به یکدیگر مقایسه کنید.

نقطه ۱ ☐

نقطه ۲ ☐

نقطه ۳ ☐

نقطه ۴ ☐

۴ در مدار الکتریکی زیر اگر یکی از لامپ‌ها بسوزد، لامپ دیگر چگونه کار می‌کند؟

در نورانی می‌شود. ☐

تغییری نمی‌کند. ☐

خاموش می‌شود. ☐

کم نورانی می‌شود. ☐

۵ در مدار الکتریکی زیر اگر یکی از لامپ‌ها بسوزد، لامپ دیگر چگونه کار می‌کند؟

در نورانی می‌شود. ☐

تغییری نمی‌کند. ☐

خاموش می‌شود. ☐

کم نورانی می‌شود. ☐

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. دانشجومعلمان 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. در صورتیکه 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 شناسایی شده در حوزه الکتریسیته

بدفهمی	سؤال‌های پوشش دهنده	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؟

۲ کدام گزینه منبع نور را نشان می‌دهد؟

نور از کدام گزینه بازتاب می‌شود؟

☐ ستاره قطبی	☐ کاغذ سفید
☐ سوراخ زهره	☐ آب دریاچه
☐ ماه	☐ فانوس
☐ زمین	☐ ماهواره

۳ نور از کدام جسم بازتاب می‌شود؟

☐ میز چوبی
☐ آینه
☐ لباس پشمی
☐ همه موارد

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

بدفهمی‌های رایج از مفاهیم فیزیک عمومی؛ مطالعه موردی دانشجو-معلمان ...

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 هنوز 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 پوشش دهنده	درصد پاسخ درست	درصد ارتکاب اشتباه متناسب 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 دانشجومعلم، 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 نه تنها 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).

بدفهمی‌های رایج از مفاهیم فیزیک عمومی؛ مطالعه موردی دانشجو-معلمان ...

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 نه تنها 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., & Kocakulah, 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. *IJORE: International Journal of Recent Educational Research*, 2(6), 700-708. students on static electricity and electricity in living things. *IJORE : 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.

