مجله علمی پژوهش در روانشناسی، علوم تربیتی و علوم اجتماعی، شماره۲۰ ، تابستان ۱۳۹۹جلد۱، ص ۹۹-۸۷
http://www.jisc.ir

بررسی محتوی کتاب درسی در مبحث فیزیک شناوری بر اساس مدل SOLO

مجله علمی پژوهش در روانشناسی، علوم تربیتی و علوم اجتماعی (سال ششم)
شماره ۲۰ / تابستان ۱۳۹۹ / ص ۹۹-۸۷

مینا تقی پور[۱]، فاطمه احمدی[۲]، ابراهیم ریحانی[۳]

[۱]دانشجوی‌کارشناسی‌ارشد رشته آموزش فیزیک دانشگاه شهید رجایی

[۲]دانشیار گروه فیزیک دانشگاه تربیت دبیرشهید رجایی

[۳] دانشیار گروه ریاضی دانشگاه تربیت دبیرشهید رجایی

نویسنده مسئول:

مینا تقی‌پور

چکیده

کتاب‌های درسی یکی از مهم‌ترین منابع یادگیری در نظام‌های آموزشی هستند و مواد اصلی برنامه درسی مدارس را تشکیل می‌دهند. پژوهش پیرامون تحلیل کتاب‌های درسی نیز تلاش ارزنده‌ای است؛ زیرا معلمان و دانش‌آموزان زیادی از آن بهره می‌برند و این مطالعات در طراحی فرصت‌های مناسب برای یادگیری دانش‌آموزان تاثیرگذار است. یک آموزش موفق مستلزم به‌کارگیری الگوهای تدریس اثربخش و تنوع در استفاده از مواد و منابع آموزشی است. همچنین استفاده از یک روش ارزشیابی مناسب هر ماده درسی از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است؛ زیرا با به کارگیری یک شیوه ارزشیابی کارآمد می‌توان بدمفهومش-های فراگیران را شناسایی کرد و به اصلاح آنان پرداخت. یکی از مدل‌های ارزشیابی نوین که می‌توان به عنوان یک ابزارکیفی در ارزیابی سطح یادگیری دانش‌آموزان به کار برد، مدل ارزشیابیSOLO است. هدف از این پژوهش، بررسی محتوی کتاب درسی فیزیک سال دهم، مبحث فیزیک شناوری و اصل ارشمیدس، بر اساس مدل ارزشیابی SOLO می‌باشد. روش این پژوهش، اسنادی و مبتنی بر تحلیل محتوا با رویکرد کمی و کیفی است. داده‌های این پژوهش از فصل "ویژگی های فیزیکی مواد" کتاب فیزیک پایه دهم دوره دوم متوسطه گردآوری شده است. تحلیل کتاب فیزیک سال دهم سال تحصیلی ۹۸-۹۷ نشان داد که اکثر محتوا و سوالات مطرح شده در این کتاب، در مبحث شناوری، بر اساس مدل ارزشیابی SOLO، در سطح چندساختاری قرار دارند و ما بقی در سطوح رابطه‌ای و انتزاع تعمیم‌یافته جای‌گرفتند. همچنین با مقایسه کتاب فیزیک دهم در دو سال تحصیلی ۹۸-۹۷ و ۹۹-۹۸ متوجه شدیم که بسیاری از مطالب مهم مبحث شناوری مطرح شده در کتاب سال ۹۸-۹۷، از کتاب سال ۹۹-۹۸ حذف گردیده است؛ لذا به مولفین کتب درسی پیشنهاد می‌شود که، ضمن برگرداندن مطالب اصلی مبحث شناوری به کتاب‌های درسی،کلاس‌های ضمن خدمتی در راستای نحوه آموزش درست این مبحث، برای دبیران فیزیک در سطح کشوری برگزار کنند.

واژگان کلیدی: تحلیل محتوا، فیزیک سال دهم، فیزیک شناوری، مدل ارزشیابیSOLO

مقدمه

اهمیت تدریس و آموزش و یاددهی و یادگیری از زمانی آغاز شد که بشر به فکر انتقال مسائل مختلف علمی، ادبی، تاریخی و حتی افکار خود افتاد. برای تدریس تعاریف مختلفی وجود دارد. از بررسی مجموعه‌ی تعاریف ارائه شده می‌توان نتیجه گرفت که «تدریس، فعالیتی تعاملی و منظم و هدفمند بین معلم و دانش آموز به منظور تسهیل یادگیری است [۱].» عوامل اصلی چنین فعالیتی عبارتند از: طراحی، اجرا و ارزشیابی. فرایند طراحی آموزشی، مجموعه‌ای از مراحل به هم پیوسته و وابسته را شامل می‌شود. مراحلی از قبیل تبیین تحلیل یادگیرنده، تحلیل زمینه، تحلیل غایت، تدوین هدف‌های آموزشی، انتخاب راهبردها و ابزارهای سنجش، تولید مواد آموزشی و ارزشیابی عملکرد یادگیرنده در طی فرآیند طراحی آموزشی دنبال می‌شوند [۲]. هدف از طراحی آموزشی، فراهم کردن امکانات یادگیری است؛ زیرا انتخاب فعالیت‌های یادگیری مؤثر و مناسب، عامل مهمی در فرآیند طراحی یک درس محسوب می‌شود. در فرآیند طراحی می‌توان از الگوهای مختلف استفاده کرد؛ اما در تمام الگوها، حداقل چهار مرحله یا گام اساسی را باید مورد توجه قرار داد. این مراحل عبارتند از: تحلیل و تنظیم هدف‌های آموزشی ، تحلیل موقعیت آموزشی، تحلیل و تعیین محتوا، روش و وسیله‌ی آموزشی، تحلیل و تعیین نظام ارزشیابی.

مرحله‌ی سوم از طراحی آموزشی، تحلیل محتوا، روش و و سایل آموزشی است. اگر محتوا، روش و وسایل متناسب با هدف‌های آموزشی انتخاب و تنظیم نشوند، حتی اگر هدف‌های آموزشی، دقیق و خوب تنظیم شده باشند، فعالیت‌های آموزشی هرگز دانش‌آموزان را به آنچه که باید برسند، هدایت نخواهد کرد. کتاب درسی از مهم‌ترین و در دسترس‌ترین رسانه‌های آموزشی می‌باشد که نقش ارزشمندی را در نظام تعلیم و تربیت ایفا می‌کند. بسیاری از پژوهشگران، کتاب درسی را به‌عنوان یکی از رسانه‌های کارآمد و اثربخش آموزشی محسوب کرده‌اند که می‌تواند زمینه‌ی یادگیری و خودآموزی را برای فراگیران فراهم نماید [۳]. یکی از روش‌های پژوهشی که برای کتاب‌های درسی به کار می‌رود، تحلیل محتوا است. این امر می‌تواند به روشن شدن نقاط قوت و ضعف احتمالی کتاب های درسی کمک کند و برای اصلاح و تغییر احتمالی محتوا، متناسب با اهداف تعیین شده و اصول علمی پیشنهاداتی ارائه کند.

یکی از مهم‌ترین مرحله هر تدریسی، ارزشیابی است. ارزشیابی، یک فرآیند نظامدار (سیستماتیک) برای جمع‌آوری، تحلیل و تفسیر اطلاعات است تا تعیین شود که آیا هدف‌های موردنظر محقق یافته‌اند و یا در حال تحقق یافتن هستند و به چه میزانی [۴]. معلمان باید در هر مرحله از تدریس خود بدانند که در ذهن دانش‌آموزانشان چه چیزی می‌گذرد و آن‌ها در چه سطحی از یادگیری قرار گرفته‌اند تا بتوانند گام‌های بعدی تدریس خود را به درستی انتخاب نمایند. یکی از کاربردی‌ترین طبقه بندی‌ها که نتایج یادگیری مشاهده شده را مورد بررسی قرار می‌دهد، طبقه بندی SOLO می‌باشد. این طبقه‌بندی با توجه به فرآیندهای‌شناختی مورد نیاز دانش‌آموزان و به منظور دستیابی به آن‌ها، پنج سطح مختلف را تعیین می‌کند [۵]. سطوح مختلف SOLO عبارتنداز: سطح پیش‌ساختاری (Prestructural) ، سطح تک‌ساختاری (Unistructural)، سطح چندساختاری(Multistructural)، سطح رابطه‌ای (Relational) و سطح انتزاع‌تعمیم‌یافته(Extended abstract).

هدف از این پژوهش، بررسی محتوی کتاب درسی فیزیک سال دهم در مبحث شناوری و اصل ارشمیدس بر اساس مدل ارزشیابی SOLO می‌باشد. نیروی شناوری و قانون ارشمیدس که معرف شاخه‌ای از رشته فیزیک به نام فیزیک شناوری است، کاربردهای گوناگونی در صنعت و در زندگی روزمره ما دارد. به همین دلیل ضرورت دارد که دانش‌آموزان در درس فیزیک با این مبحث به خوبی آشنا شوند و آن را به صورت مفهومی و دقیق یاد بگیرند. محقق با اطلاعاتی که از پژوهش‌های خود در این زمینه کسب کرده بود متوجه شد که، تعداد زیادی از دانش‌آموزان دوره دوم متوسطه درک درستی از مفهوم نیروی شناوری و اصل ارشمیدس ندارند و در این مبحث با بدمفهومش‌هایی رو به رو هستند. بدین دلیل و به دلیل نبود تحقیقات کافی در این‌زمینه، محقق بر آن شد که مبحث شناوری ارائه شده درکتاب درسی فیزیک دو سال متوالی را مورد تحلیل قرار دهد و نقاط قوت و ضعف آن‌ها را بیان کند.

در این پژوهش این اهداف را دنبال می‌کنیم: ۱) تعیین سطح ساختاری مطالب و تمرین‌های مطرح شده در کتاب فیزیک سال دهم در سال‌های تحصیلی ۹۸-۹۷ و ۹۹-۹۸ در موضوع شناوری و اصل ارشمیدس، بر اساس مدل SOLO.

۲) مقایسه مطالب ارائه شده در کتاب فیزیک سال دهم در موضوع فیزیک شناوری، در دو سال تحصیلی ۹۸-۹۷ و ۹۹-۹۸ و بیان نقاط قوت و ضعف این مطالب.

معرفی مدل SOLO

SOLO مخفف عبارت Structure of Observed Learning Outcome می‌باشد که ما آن را ساختار نتایج یادگیری قابل‌مشاهده یا ساختار نتایج مشهود یادگیری تعریف می‌کنیم. این طبقه‌بندی اولین بار توسط جان بیگز[1] و کوین کولیس[2] در سال۱۹۸۲ در نیویورک، ایالات متحده معرفی شد [۶]. SOLO ریشه در مراحل رشدی پیاژه و مفاهیم پردازش اطلاعات توسعه یافته در طول دهه ۱۹۷۰ دارد[۷]. محوریت SOLO بر این دیدگاه است که مراحلی طبیعی در رشد یادگیری هر مهارت یا موضوع پیچیده، وجود دارد. این مراحل، با مراحل رشد فکری پیاژه مشابه هستند اما یکسان نیستند [۷]. SOLO ، سلسله مراتبی را توصیف می‌کند که در آن هر سطح، پایه ای می‌شود که روی آن یادگیری بعدی ساخته شده‌است [۸].

سطوح مختلف SOLO عبارتنداز: سطح پیش‌ساختاری(Prestructural)، سطح تک‌ساختاری (Unistructural)، سطح چند-ساختاری(Multistructural)، سطح رابطه‌ای (Relational) و سطح انتزاع تعمیم‌یافته(Extended abstract). ارزیابی سطوح پیش‌ساختاری، تک‌ساختاری و چندساختاری کمی و ارزیابی سطوح رابطه‌ای و انتزاع تعمیم‌یافته به صورت کیفی می‌باشد. سطح در طبقه بندی SOLO سلسله مراتبی از سلسله مراتب مبتنی بر توانایی‌های شناختی فراگیران است، به این معنی که سطح تک‌ساختاری بالاتر از سطح پیش‌ساختاری است [۹]. برخی ویژگی‌های کلیدی در شناخت سطوح SOLO بدین شرح است:

تک ساختاری: تعریف کردن- تشخیص دادن- انجام کار ساده- طریقه یک فرآیند. **چندساختاری:** توصیف کردن- فهرست کردن- انجام الگوریتم ساده- ترکیب کردن. **رابطه‌ای:** مقایسه کردن/ تقابل- توضیح دادن علت‌ها- دسته بندی کردن–تجزیه و تحلیل کردن- تشخیص جزء / کل– گزارش دادن– تناسب(همانندی) - به کار بردن(اعمال کردن)- سؤالات را فرمول بندی کردن. **انتزاع تعمیم یافته:** ارزیابی کردن- فرضیه بوجود آوردن- تعمیم دادن- پیش بینی کردن- خلق کردن- حدس زدن- منعکس کردن [۱۰].

حال به توضیح مختصری ازاین‌سطوح می‌پردازیم:

سطح پیش‌ساختاری(Prestructural): دراین سطح دانش‌آموز هیچ درک و فهمی ازسوال ندارد. ممکن است او پاسخ‌ها و اطلاعاتی ارائه دهد ولی این اطلاعات بی‌ربط هستند و سازماندهی نشدند و فاقد معنا هستند[۵].

سطح تک‌ساختاری(Unistructural): دراین سطح دانش‌آموز روی یک جنبه ازسوال تمرکز می‌کند و از آن برای تولید یک پاسخ معتبر اما ساده استفاده می‌کند. بنابراین، ازسطح یک تادو، پیشرفت‌هایی را مشاهده می‌کنیم که دانش‌آموز قادر به تشخیص موضوعات مربوطه و برخورد با یکی از این موارد در رابطه بامسئله می‌باشد [۵] .

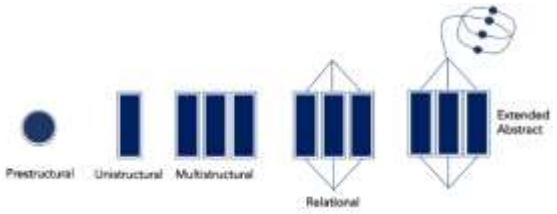
سطح چندساختاری(Multistructural): ازسطح دوتاسه، پیشرفت‌های کم را شاهد هستیم. دانش‌آموز اکنون توانایی مقابله با چندین جنبه رادارد، اما این موارد مستقل درنظرگرفته می‌شوند و به یکدیگرارتباط ندارند [۵].

سطح رابطه ای(Relational): درسطح چهارم، با ادغام جزئیات برای تشکیل یک ساختار، شروع به پیشرفت‌های‌کیفی می‌کنیم. دانش‌آموز اکنون ممکن است روابط بین چندین جنبه را درک کند و اینکه چگونه آن‌ها ممکن است درکنارهم قرارگیرند تا یک پاسخ کامل و ساختاریافته راشکل دهند [۵].

سطح انتزاع تعمیم‌یافته(Extended abstract): ازسطح چهارتاپنج، پیشرفت‌های کیفی بیشتری را می‌بینیم؛ زیرا ساختار آن تعمیم‌یافته است و دانش‌آموز قادر به روبه روشدن با اطلاعات فرضی است که داده نشده‌است. دراین سطح پنجم که بالاترین سطح است، دانش‌آموز اکنون می‌تواند ساختار دانش را از دیدگاه‌های مختلف درک کند و بسته به دیدگاه واطلاعات فرضی موجود، پاسخ‌های متعدد تولید کند. دراین‌جا، دانش‌آموز ممکن است صلاحیت تعمیم‌دهی، فرضیه، انتقاد، نظریه‌پردازی یا انتقال نظریه به یک حوزه جدید و... را داشته باشد [۵].

[1] John Biggs
[2] Kevin F. Collis

طرحواره زیر به خوبی سطوح مختلف SOLO رانشان می‌دهد:



شکل۱: طبقه بندی SOLO

روش تحقیق

روش این پژوهش، اسنادی و مبتنی بر تحلیل محتوا با رویکرد کمی و کیفی است. داده‌های این پژوهش از فصل "ویژگی های فیزیکی مواد" بخش "شناوری و اصل ارشمیدس" کتاب فیزیک پایه دهم دوه دوم متوسطه گردآوری شده است. دو فعالیت، دو پرسش که یک پرسش آن چهار بخشی است و پنج تمرین کتاب فیزیک پایه دهم سال تحصیلی۹۸-۹۷ مورد تحلیل و بررسی قرار گرفته است. ابتدا پاسخ‌های احتمالی و درست هر سوال نوشته شده و سپس پاسخ‌ها کدگذاری شده و به این ترتیب سطح هر سوال براساس مدل SOLO در سطوح پیش‌ساختاری، تک-ساختاری، چندساختاری و رابطه‌ای و همینطور انتزاع‌تعمیم‌یافته دسته‌بندی شده‌اند.

یافته‌ها

هدف از این پژوهش، بررسی محتوی کتاب درسی فیزیک سال دهم در مبحث فیزیک شناوری و اصل ارشمیدس بر اساس مدل ارزشیابی SOLO می‌باشد. نتایج نشان می‌دهد که اکثر فعالیت‌ها، پرسش‌ها و تمرین‌های کتاب فیزیک سال دهم سال تحصیلی ۹۸-۹۷ در سطح چند ساختاری قرار گرفته‌اند و ما بقی در سطوح رابطه‌ای و انتزاع تعمیم‌یافته جای‌گرفتند. جدول ۱ نشان دهنده سطح هر سوال است.

جدول ۱. تعیین سطح سوالات کتاب فیزیک سال دهم براساس مدل SOLO

شماره سوال	شماره صفحه	سطح SOLO
فعالیت۳-۹	۷۹	رابطه‌ای
پرسش ۳-۷	۷۹	چند ساختاری
پرسش ۳-۸ سوال۱	۸۰	چند ساختاری
پرسش ۳-۸ سوال۲	۸۰	رابطه ای
پرسش ۳-۸ سوال۳	۸۱	رابطه ای
پرسش ۳-۸ سوال۴	۸۱	رابطه ای
فعالیت۳-۱۰	۸۱	رابطه‌ای
تمرین۱۷	۸۹	چند ساختاری
تمرین۱۸	۸۹	چند ساختاری
تمرین۱۹	۹۰	انتزاع تعمیم یافته
تمرین۲۰	۹۰	چند ساختاری
تمرین۲۱	۹۰	چند ساختاری

حال به تحلیل پاسخ هر سوال به صورت جداگانه می‌پردازیم.

سوالات چند ساختاری

بررسی پرسش۳-۷



شکل۲. پرسش۳-۷ کتاب فیزیک دهم

در این سوال چهار جسم در شکل نشان داده شده و از دانش‌آموزان خواسته شده که با توجه به نیروهای وارد شده بر آن‌ها وضعیت قرارگیری آن‌ها را به کمک یکی از واژه‌های شناوری، غوطه‌وری، فرورفتن و بالا رفتن مشخص کنند. دانش‌آموزان برای پاسخ به این سوال باید ابتدا به این نکته توجه کنند که، نیروی خالص وارد بر یک جسم از طریق جمع برداری تمام نیروهای وارد بر آن تعیین می‌شود. در شکل ۲ نیروی‌وارد بر هر جسم یعنی نیروی وزن و نیروی شناوری مشخص شده است. پس دانش‌آموز تنها باید برآیند این دو نیرو را در هر جسم به دست آورد و جهت وضعیت حرکت هر جسم و نحوه قرارگیری آن روی شاره را تعیین کند. به ترتیب وضعیت اجسام را از راست به چپ بررسی می‌کنیم. نیروی شناوری بیشتر از وزن بادکنک محتوای گاز هلیم است و بادکنک رو به بالا می‌رود. در جسم دوم، نیروی شناوری با وزن قطعه برابر است و قطعه روی آب شناور می‌ماند. در جسم سوم، نیروی وزن بیشتر از نیروی شناوری است و قطعه سنگ درون آب سقوط می‌کند تا به کف ظرف برسد. و در آخرین جسم، نیروی شناوری با نیروی وزن برابر است و جسم درون آب به صورت غوطه ور می‌ماند.

سطح این سوال چندساختاری است. دانش‌آموز باید با توجه به نیروی خالص وارده بر هر جسم (برآیند نیروی وزن و نیروی شناوری)، وضعیت هر جسم را مشخص کند.

بررسی پرسش۳-۸

این پرسش در قالب ۴ سوال متفاوت از مبحث، فیزیک شناوری و اصل ارشمیدس، به ارزیابی سطح یادگیری دانش‌آموزان از این مبحث می‌پردازد که سوال اول در سطح چندساختاری و ما بقی سوالات در سطح رابطه‌ای قرار می‌گیرند.

سوال اول:



شکل۳. سوال ۱ و ۲ پرسش۳-۸ کتاب فیزیک دهم

دراین سوال دو جسمی با حجم یکسان و چگالی‌های متفاوت نشان داده شده است که در شاره‌ای قرار گرفتند. از دانش‌آموزان خواسته شده تا با توجه به نیروهای وارده بر این دو جسم،

جهت حرکت آن دو را تعیین کرده و چگالی آن دو جسم را با هم مقایسه کنند. در شکل الف (سمت راست) نیروی وزن بزرگ تر از نیروی شناوری است و جسم به طرف کف ظرف سقوط می‌کند. در این شرایط چگالی جسم بیشتر از چگالی شاره است. درشکل الف (سمت چپ) نیروی شناوری بزرگ تر از نیروی وزن جسم است و جسم به طرف بالا حرکت می‌کند. تا درسطح آب به طور شناور بماند. در این شرایط چگالی جسم کمتر از چگالی شاره است. در حالت شناوری، نیروی وزن با نیروی شناوری در حال موازنه هستند. در این سوال نیز دانش‌آموز تنها باید با توجه به نیروی خالص وارده بر هر جسم (برآیند نیروی وزن و نیروی شناوری)، جهت حرکت جسم را مشخص کند و با توجه به جهت حرکت جسم، تعیین کند که چگالی جسم کمتر از چگالی شاره است یا بیشتر پس سطح این سوال هم چندساختاری است.

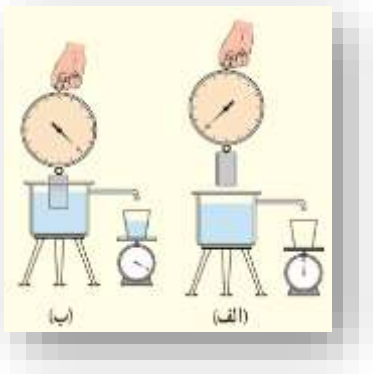
بررسی تمرین ۱۷

۱۷ دو قوطی نوشابه، یکی معمولی و دیگری رژیمی را در ظرفی محتوی آب بگذارید. متوجه خواهید شد که نوشابه رژیمی شناور می‌ماند در حالی که نوشابهٔ معمولی فرو می‌رود. با استفاده از اصل ارشمیدس، این نتیجه را توضیح دهید. (اشاره: چگالی شیرین‌کننده‌های مصنوعی مورد استفاده در نوشابه‌های رژیمی کمتر از شکر است.)

شکل۴. تمرین۱۷ مبحث شناوری و اصل ارشمیدس کتاب فیزیک دهم

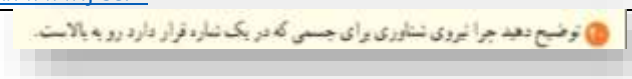
پاسخ به این سوال بسیار ساده است. چون نوشابه‌های رژیمی حاوی شکر نیستند و مقداری شیرین کننده مصنوعی با چگالی کمتر از چگالی شکر در آن‌ها استفاده شده است، لذا به دلیل نیروی شناوری ناشی از آب روی آب شناور می‌مانند. این نشان می‌دهد که چگالی میانگین قوطی فلزی، نوشابه و گاز به کار رفته در آن کمتر از چگالی آب است و برخلاف نوشابه های معمولی، روی آب شناور می‌ماند. سطح سوال از دیدگاه SOLO چندساختاری است. فراگیر تنها باید به کم بودن چگالی نوشابه‌های رژیمی و وجود نیروی شناوری اشاره کند.

بررسی تمرین ۱۸



شکل۵. تصویر مربوط به تمرین۱۸ مبحث شناوری و اصل ارشمیدس کتاب فیزیک دهم

در این بخش از دانش‌آموزان خواسته شده تا دریافت خود را از شکل الف و ب بیان کنند. سطح این سوال چندساختاری می‌باشد. دانش‌آموز ابتدا باید توجه کند که وزن ناشی از وزنه قبل و بعد از ورود به شاره چه تغییری می‌کند و ترازو چه مقادیری را نشان می‌دهد. قبل از وارد شدن وزنه در شاره ترازو عدد ۱۰ و بعد از ورود به شاره عدد ۶ را نشان می‌دهد. همانطور که معلوم است، وزن وزنه بعد از وارد شدن در شاره، کمتر می‌شود. این هم به علت وارد شدن نیروی شناوری از طرف شاره به آن است. نکته بعدی‌ای که باید بدان توجه شود این است که بعد از وارد شدن وزنه به داخل آب، مقداری از حجم آب به داخل لیوانی که به ظرف متصل است، ریخته می‌شود. این همان حجم آب جابه‌جا شده توسط جسم است. وزن این مقدار آب برابر ۴ شد که این مقدار همان اختلاف وزن وزنه، قبل و بعد از ورود به شاره است و می‌دانیم که وزن شاره جابه‌جا

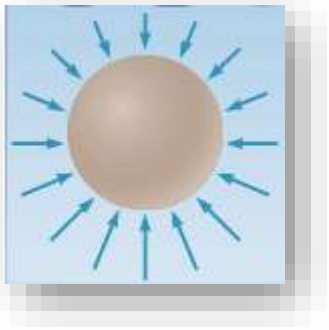


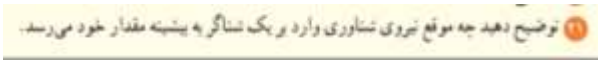
شده توسط وزنه برابر نیروی شناوری وارد بر آن است. از توضیحات کاملا مشخص است که فراگیر باید به چندین موضوع مرتبط با سوال توجه داشته باشد.

بررسی تمرین ۲۰

شکل۶. تمرین ۲۰ کتاب فیزیک دهم مبحث شناوری و اصل ارشمیدس

همانطور که از شکل ۷ مشخص است، پیکان‌های رسم شده در زیر جسم نسبت به پیکاهای اطراف و بالای جسم بزرگترند. هر پیکان نشان دهنده میزان نیرویی است که از طرف شاره اطراف به جسم وارد می‌شود. در شاره‌ها، با افزایش عمق، فشار نیز افزایش می‌یابد. اختلاف فشار در پایین و بالای جسم، عامل ایجاد نیروی شناوری روبه بالا است. سطح این سوال، از نظر دیدگاه SOLO چندساختاری است؛ زیرا دانش‌آموز تنها باید به اختلاف فشار در پایین و بالای جسم به علت اختلاف عمق و برآیند نیروی های وارده بر جسم توجه کند.





شکل۷. تصویر مربوطه به مبحث شناوری و اصل ارشمیدس کتاب فیزیک دهم

بررسی تمرین ۲۱

شکل۸. تمرین۲۱ کتاب فیزیک دهم مبحث شناوری و اصل ارشمیدس

در سوال آخر این بخش، از دانش‌آموزان خواسته شده تا توضیح دهند در چه زمانی نیروی شناوری وارد بر شناگر به بیشینه مقدار خود می‌رسد. سطح این سوال هم چندساختاری است. دانش‌آموز باید ابتدا تعریف نیروی وزن و شناوری را بداند. نیروی شناوری برابر وزن شاره جابه‌شده توسط جسم است. پس از آن، باید به این نکته توجه کند که زمانی شناگر می‌تواند در آب شنا کند که نیروی شناوری بیشتر یا برابر نیروی وزن باشد. به شناگر زمانی بیشترین نیروی شناوری وارد می‌شود که آب بیشتری را جابه‌جا کند و این هنگامی اتفاق می‌افتد که خود را روی آب پهن کند تا مساحت بیشتری را به خود اختصاص دهد. افزایش مساحت باعث افزایش حجم شناگر و در نتیجه افزایش وزن آب جابه‌جا شده توسط او می‌شود.

سوالات رابطه‌ای

بررسی فعالیت۳-۹



شکل۹. فعالیت۳-۹ کتاب فیزیک دهم

در بخش اول سوال از دانش‌آموزان شده که یک پوش برگ آلومینیومی را مچاله کنند و درون ظرف حاوی آب قرار دهند و پیش بینی کنند که چه اتفاقی می‌افتد و بعد از حدس زدن، آزمایش را اجرا کنند. وقتی فویل آلومینیمی را مچاله می‌کنیم مقداری هوا لابه لای آن محبوس می‌شود. از آنجا که چگالی هوا، بسیارکمتر از چگالی آلومینیم است، لذا فویل مچاله شده روی سطح آب به طور شناور می‌ماند.

در بخش بعدی این سوال دانش‌آموز باید این بار به جای مچاله کردن فویل، چند بار آن را روی هم تا کند و روی آب قرار دهد. وقتی پوش برگ را چندین مرتبه روی هم تا می زنیم، هوای محبوس در فویل از لابه لای آن خارج می شود. در این صورت فویل به ته آب درون ظرف می‌رود. پس در این سوال دانش‌آموز باید به وجود هوا در بین فویل مچاله شده و کمتر بودن چگالی هوا نسبت به آلومینیوم اشاره کند. از نظر مدل SOLO این سوال در سطح رابطه‌ای قرار دارد؛ زیرا دانش‌آموز نیاز است مطالبی را که قبلا آموخته با مطالب جدید پیوند بزند.

سوال دوم:

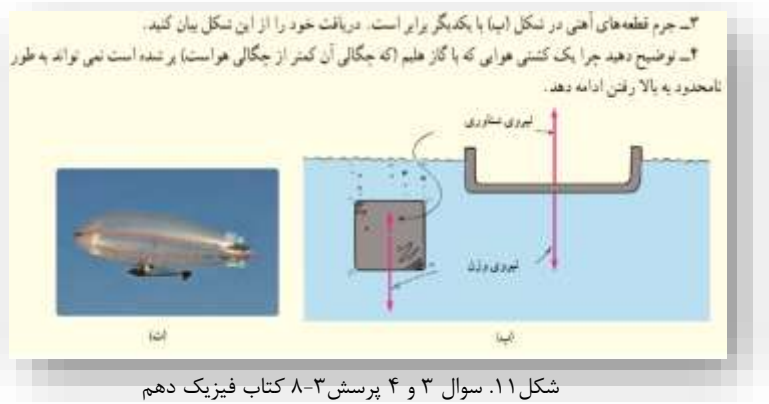


شکل۱۰. سوال ۱ و ۲ پرسش۳-۸ کتاب فیزیک دهم

این سوال ظرفی محتوی آب را نشان می‌دهد
که روی یک ترازوی عقربه ای قرار دارد. شخصی انگشت خود را وارد آب می‌کند. از دانش‌آموزان خواسته شده تا توضیح دهند که عقربه ترازو چه تغییری می کند. برای پاسخ دادن به این سوال دانش‌آموزان باید به چند موضوع و رابطه بین آن‌ها توجه کنند. به محض ورود انگشت به آب، نیرویی رو به بالا از طرف آب به انگشت وارد می شود که همان نیروی شناوری است. این نیرو باعث سبک شدن انگشت و کاهش اثر نیروی وزن می‌شود. از طرفی طبق قانون سوم نیوتن، نیروی عکس العمل ناشی از این نیروی شناوری وارده به انگشت، از طرف انگشت به کف ظرف و در نتیجه ترازو می‌شود. پس به طور کلی پس از وارد کردن انگشت دست به آب، دو نیرو به ترازو وارد می‌شود؛ نیروی وزن طرف حاوی آب و عکس العمل نیروی شناوری وارد بر دست که به آب وارد می‌شود و رو به پایین است، درحالی که قبل از وارد کردن انگشت به آب تنها نیروی وزن ظرف

حاوی آب به ترازو وارد می‌شد. لذا عقربه ترازو با وارد کردن انگشت، عدد بزرگتری را نشان می‌دهد. با توجه به این توضیحات، سطح این سوال رابطه ای است؛ زیرا دانش‌آموز باید علاوه بر اشاره به چند موضوع، روابط منطقی بین آن‌ها را نیز درک کند.

سوال سوم:



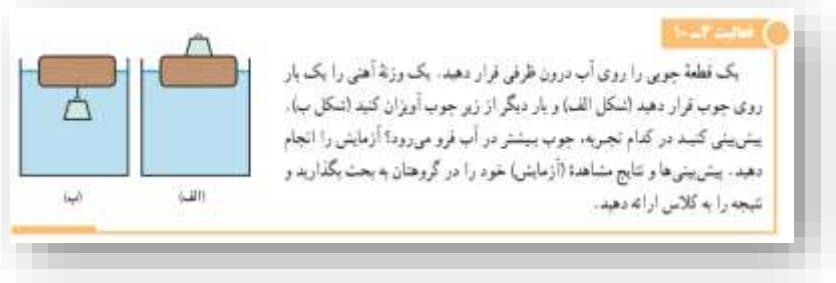
شکل۱۱. سوال ۳ و ۴ پرسش۳-۸ کتاب فیزیک دهم

در این سوال دو قطعه آهنی با جرم یکسان نشان داده شده و از دانش‌آموزان خواسته شده تا دریافت خود را از تصویر بیان کنند. در شکل ۱۱ قسمت پ بردارهای نیروی وزن و نیروی شناوری برای هردو جسم رسم شده است. پس دانش‌آموز باید به اندازه این بردارها و نیروی خالص وارد بر هر جسم توجه کند. همانطور که در تصویر پیداست اندازه بردار نیروی شناوری برای قطعه‌ای که به مشابه U کشیده است نسبت به قطعه آهنی مکعبی شکل بزرگتر است. این اختلاف در بزرگی نیروی شناوری ناشی از شکل قطعات است. قطعه سمت راست حجم بیشتری از شاره را نسبت به قطعه مکعبی شکل جابه‌جا می‌کند. طبق اصل ارشمیدس، وزن شاره جابه‌جا شده توسط جسم برابر نیروی شناوری است. پس قطعه سمت راست روی آب شناور می‌ماند ولی قطعه سمت چپ در آب فرو می‌رود. سطح این سوال طبق طبقه بندی SOLO، رابطه‌ای است. دانش‌آموز باید به مفاهیم نیروی شناوری و اصل ارشمیدس و ارتباط بین آن‌ها به خوبی پی برده باشد تا بتواند دریافت خود را از تصویر بیان کند.

سوال چهارم:

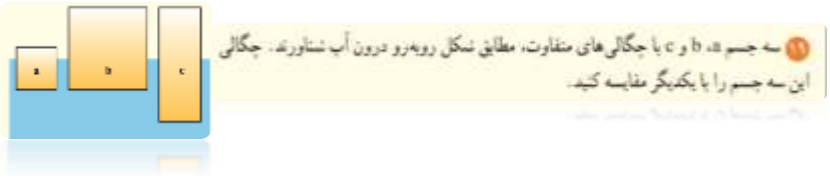
در سوال آخر این پرسش از فراگیران خواسته شده تا با توجه به مطالبی که درباره مفهوم شناوری و اصل ارشمیدس آموخته اند، علت بالا نرفتن دائمی کشتی‌های هوایی پرشده با گاز هلیم را توضیح دهند. این سوال از نظر مدل SOLO درسطح رابطه‌ای قرار می‌گیرد؛ زیرا دانش آموزان باید مطالب قبلی با هم پیوند دهند. در این سوال دو نیرو باید با هم مقایسه شوند؛ نیروی وزن و نیروی شناوری. دانش آموزان باید به این موضوع اشاره کنند که بالون تا هنگامی بالا می‌رود که نیروی شناوری بیشتر از نیروی وزن باشد و این زمانی امکان پذیر است که بالون هوایی با وزن بیشتر از خودش را جابه‌جا کند. چگالی هوا با ارتفاع کم می‌شود، پس وقتی وزن هوای جابه‌جا شده یعنی همان نیروی شناوری وارده از طرف هوای اطراف بالون، برابر وزن بالون شود، شتاب رو به بالای بالون متوقف می‌شود.

بررسی فعالیت۳-۱۰



شکل۱۲. فعالیت ۳-۱۰کتاب فیزیک دهم

این فعالیت ساده را به کمک یک قطعه چوب و وزنه ای فلزی می‌توان انجام داد. انتظار می‌رود تا دانش‌آموزان با توجه به مفاهیمی که تاکنون فراگرفته‌اند. ابتدا پیش‌بینی کنند و سپس با مشاهده نتیجه آزمایش، بتوانند با دلایل کافی توضیح دهند. در حالت شکل الف نیرویی معادل وزن قطعه فلزی، به قطعه چوبی وارد می‌شود. در حالی که در حالت شکل ب، نیروی شناوری تا حدودی از وزن قطعه می‌کاهد و در نتیجه نیروی کمتری از طرف قطعه فلزی به قطعه چوبی وارد می‌شود. به این ترتیب در حالت الف، قطعه چوبی بیشتر در آب فرو می‌رود. سطح این سوال نیز رابطه‌ای است؛ زیرا دانش‌آموزان باید بتوانند رابطه معناداری بین مطالب مطرح شده در سوال و مفاهیمی که قبلا خوانده‌اند برقرار کنند.



سوالات انتزاع تعمیم یافته

بررسی تمرین ۱۹

شکل۱۳. تمرین‌های ۱۹ تا ۲۱ مبحث شناوری و اصل ارشمیدس کتاب فیزیک دهم

در این تمرین، سه جسم، با چگالی متفاوت که درون آب شناورند، نشان داده شده و از دانش‌آموزان خواسته شده تا چگالی این سه جسم را با یکدیگر مقایسه کنند. شکل۹ نشان می‌دهد که هر سه جسم a و b و c روی آب شناورند پس چگالی آن‌ها کمتر از چگالی آب است. هنگامی که جسمی روی شاره‌ای (در اینجا آب) قرار می‌گیرد تا جایی در شاره فرو می‌رود که نیروی وزن جسم و نیروی شناوری با هم برابر شوند و یکدیگیر را خنثی کنند. نیروی وزن، برابر حاصل ضرب جرم جسم در شتاب گرانش (g) است. نیروی شناوری هم از حاصل ضرب جرم شاره جابه‌جا شده توسط جسم در شتاب گرانش (g) به دست می‌آید. اگر از رابطه چگالی استفاده کنیم خواهیم داشت:

$$W = F_b \longrightarrow m_{\text{جسم}}\, g = m_{\text{شاره جابه‌جا شده توسط جسم}}\, g \qquad (۱)$$

$$\rho = m / V \qquad (۲)$$

با استفاده از روابط ۱ و ۲ و با حذف شتاب گرانش (g) از دو طرف رابطه داریم:

$$\rho_{\text{جسم}}\, V_{\text{جسم}} = \rho_{\text{شاره}}\, V_{\text{شاره جابه‌جا شده توسط جسم}} \qquad (۳)$$

نزدیک به سه چهارم جسم a در آب فرو رفته، پس طبق رابطه ۳ برای جسم a داریم:

$$\rho_a V_a = \rho_{\text{آب}} (3/4\, V_a) \longrightarrow \rho_a = 3/4\, \rho_{\text{آب}} \qquad (۴)$$

جسم b به اندازه یک سوم در آب فرو رفته است، برای جسم b داریم:

$$\rho_b V_b = \rho_{\text{آب}} (1/3\, V_b) \longrightarrow \rho_b = 1/3\, \rho_{\text{آب}} \qquad (۵)$$

و جسم c حدود یک دوم در آب فرو رفته ، برای جسم c داریم:

$$\rho_c V_c = \rho_{\text{آب}} (1/2\, V_c) \longrightarrow \rho_c = 1/2\, \rho_{\text{آب}} \qquad (۶)$$

از مقایسه روابط ۴ و ۵ و ۶ متوجه می‌شویم که چگالی جسم a بزرگتر از جسم c و چگالی جسم c بزرگتر از جسم b می‌باشد. نتیجه در رابطه ۸ خلاصه شده است.

$$\rho_a > \rho_c > \rho_b \qquad (۷)$$

سطح این سوال انتزاع تعمیم یافته است است. دانش‌آموز برای پاسخ دادن به این سوال، باید از جنبه‌های مختلف موضوع و روابط بین آن‌ها به خوبی آگاه باشد و بتواند از آن‌ها در این موقعیت جدید استفاده کند.

تک تک تمرین‌ها و سوالات کتاب درسی به طور جداگانه، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. بررسی‌های انجام شده از هر سوال نشان می‌دهد که اکثر محتوا و تمرین‌های کتاب فیزیک دهم سال تحصیلی ۹۸-۹۷ در مبحث شناوری، بر اساس مدل ارزشیابی SOLO، در سطح چند ساختاری و رابطه‌ای قرار دارند و اگر این مطالب به خوبی توسط معلمان تدریس و ارزشیابی شود، می‌تواند دانش‌آموزان را به سطوح عمیق یادگیری در این مبحث برساند. آزمونی درباره مبحث فیزیک شناوری بر اساس مدل SOLO در سال ۹۸ طراحی شد و در بین دانش‌آموزان دوره دوم متوسطه استان البرز برگزار گردید. تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از این آزمون نشان داد که دانش‌آموزانی که در پایه‌های یازدهم و دوازدهم مشغول به تحصیل بودند، عملکرد بهتری نسبت به دانش‌آموزان پایه دهم از خود نشان دادند. پس می‌توان نتیجه گرفت که کتاب فیزیک دهم سال ۹۸-۹۷ نسبت به کتاب سال ۹۹-۹۸ محتوای جامع‌تری دارد که می‌تواند به یادگیری هر چه بهتر دانش‌آموزان در مبحث فیزیک شناوری کمک کند.

با مقایسه مطالب مربوط به بحث شناوری کتاب فیزیک دهم در دو سال متوالی یعنی سال تحصیلی ۹۸-۹۷ و ۹۹-۹۸ متوجه می‌شویم که در کتاب فیزیک دهم در سال تحصیلی ۹۹-۹۸ توضیح اصل ارشمیدس تحت عنوان "خوب است بدانید" مطرح شده و از مباحث اصلی کتاب حذف گردیده است. همچنین از بین فعالیت‌ها، تمرین‌ها و پرسش‌های بررسی شده در بالا، تنها فعالیت ۳-۹ و پرسش۳-۷ آن هم با کمی تغییر و تمرین۲۰ آخر فصل در کتاب جدید مطرح شده و بقیه از کتاب درسی حذف شده است. مفهوم فشار و مفاهیم وابسته به آن، به ویژه اصل ارشمیدس یکی از قدیمی ترین مفاهیم علمی است و کاربردهای گوناگونی در صنعت و در زندگی روزمره ما دارد. به همین دلیل ضرورت دارد که دانش‌آموزان در درس فیزیک با این مبحث به خوبی آشنا شوند و آن را به صورت مفهومی و دقیق یاد بگیرند. اما درکتاب فیزیک دهم سال ۹۹-۹۸ تنها اشاره کوچکی به این مبحث شده است و بخش اصلی این مبحث و تمرین‌های مربوط به آن حذف گردیده است. این امر باعث می‌شود که دانش‌آموزان نتوانند این بخش را به طور عمیق یاد بگیرند و فقط در سطح پایین یادگیری با این موضوع آشنا می‌شوند. علت این حذفیات را باید از مولفین کتاب درسی جویا شویم ولی آنچه حائز اهمیت است این است که، حذف کردن مطالب اصلی این مبحث مهم از کتاب درسی، می‌تواند باعث بدمفهومش‌های زیادی درباره این مفهوم و مفاهیم وابسته به آن شود که آثار آن در مقاطع بالاتر تحصیلی و دانشگاه نمایان خواهد شد.

نتیجه‌گیری

هدف از این پژوهش، بررسی محتوی کتاب درسی فیزیک سال دهم در مبحث شناوری و اصل ارشمیدس بر اساس مدل ارزشیابی SOLO است. نتایج حاکی از آن است که اکثر محتوا و سوالات مطرح شده در کتاب فیزیک دهم سال تحصیلی ۹۸-۹۷ بر اساس مدل ارزشیابی SOLO، درسطوح بالای یادگیری قرار گرفته اند. اگر این مطالب با روش مناسبی توسط معلمان فیزیک تدریس و ارزشیابی شود، می‌تواند دانش‌آموزان را به سطوح عمیق یادگیری در این مبحث برساند. ولی متاسفانه در سال تحصیلی جدید مطالب اصلی این مبحث و تمرین‌های مفید آن به علت‌های نامشخص، از کتاب درسی حذف گردیده است. حذف این مطالب، می‌تواند باعث بدمفهومش‌های زیادی درباره این مفهوم و مفاهیم وابسته به آن شود که آثار آن در مقاطع بالاتر تحصیلی و دانشگاه نمایان خواهد شد. پس پیشنهاد می‌شود که مولفین کتب درسی فیزیک به این موضوع مهم توجه کنند و ضمن برگرداندن مطالب قبلی مبحث شناوری به کتاب درسی و ارائه مطالب مفید تر، کلاس‌های ضمن خدمتی در راستای نحوه آموزش درست این مبحث، برای دبیران فیزیک در سطح کشور برگزار کنند.

منابع

[۱] شعبانی، حسن، ۱۳۹۴، مهارتهای آموزشی و پرورشی، چاپ بیست و هشتم، تهران، انتشارات سمت.

[2] Chen,I. Instructional Design Methodologies. In Kidd, Terry T. and Song, Holim(Eds), Handbook of Research on Instructional Systems and Technology. New York: Information Science Reference(۲۰۰۸) .

[۳] نیک نفس، سعید، خدیجه علی آبادی. ۱۳۹۲. نقش تحلیل محتوا در فرآیند آموزش و طراحی کتاب های درسی، مجله جهانی رسانه ـ نسخه فارسی، دوره ۸، شماره۲، شماره پیاپی۱۶، صفحات ۱۲۴-۱۵۰ .

[4]Gay, L. R. (1991); Education Evaluation and Measurement (2th ed.); Maxwell Macmillan, International.

[5]Claus Brabrand, Bettina Dahl. (2007). Constructive Alignment and the SOLO Taxonomy: A Comparative Study of University Competences in Computer Science vs. Mathematics. Seventh Baltic Sea Conference on Computing Education Research (Koli Calling 2007), Koli National Park, Finland, November 15-18, 2007.

[6]Biggs, J. and K. F. Collis, SOLO taxonomy, Educ. News, 17, 5, 19–23, (1980).

[۷] حق جو، سعید، و ریحانی، ابراهیم (۱۳۹۸). مطالعه عملکرد دانش آموزان دوره دوم متوسطه در حل یک تکلیف توانایی فضایی با استفاده از نظریه SOLO ، نشریه علمی- پژوهشی فناوری آموزش،جلد۱۳، شماره۴،ص ص ۶۳۶-۶۵۳.

[8] Biggs, J. B. (2003). Teaching for Quality Learning at University. (Maidenhead: Open University Press).

[9] Mulbar, U., A. Rahman, and A. S. Ahmar, Analysis of the ability in mathematical problem-solving based on SOLO taxonomy and cognitive style. World Transactions on Engineering and Technology Education, Vol.15, No.1, 2017.

[10] Biggs, J. B., & Collis, K. F. (1991). Multimodal learning and the quality of intelligent behavior. Intelligence: Reconceptualization and measurement, 57-76.