دانشگاه فرهنگیان
فصل‌نامه پویش در آموزش علوم پایه
دوره دهم، شماره ۳۶، تابستان ۱۴۰۳

Farhangian University
Quarterly Journal of Education in Basic Sciences
Volume 10, Issue 36, Autumn 2024

بررسی سطح درک دانش‌آموزان از مبحث مغناطیس با استفاده از مدل APOS

فرشید جعفری[۱] ، جعفر خداقلی زاده[۲] ، فاطمه احمدی[۳]

دریافت: ۱۴۰۳/۰۴/۰۵ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۸/۰۹

چکیده

یکی از متدهای ارزشیابی که نتایج یادگیری را بررسی می‌کند، نظریه APOS است. طبق این چهارچوب، فراگیران مفاهیم را در سطوح عمل ، فرآیند ، شیء و طرحواره می‌فهمند. در این پژوهش از این رهیافت جهت ارزشیابی میزان یادگیری دانش‌آموزان از مبحث مغناطیس درس فیزیک پایه یازدهم برنامه درسی ملی در شهرستان رزن استان همدان استفاده شده است. روش این پژوهش توصیفی-پیمایشی است. همچنین جامعه آماری این تحقیق، دانش‌آموزان پایه دوازدهم استان همدان هستند که تعداد نمونه مورد مطالعه ۱۱۰ نفر از دانش‌آموزان پسر و دختر پایه دوازدهم تجربی و ریاضی هستند که نمونه در دسترس محقق بودند. در جهت اجرای این پژوهش از آزمون محقق ساخته برای گردآوری داده‌ها استفاده شده و از ضریب پایایی آلفای کرونباخ جهت سنجش میزان اطمینان ارزیابی استفاده شده است که نتیجه ۰,۹۰۶ برای آن حاصل شد. نتایج تحقیق نشانگر این است که مطابق نظریه APOS، ۷۸٪ از دانش‌آموزان در سطح عمل، ۷۰٪ در سطح فرایند قرار دارند و ۴۳٪ از آنها به سطح شیء رسیده اند و همچنین ۲۳٪ از آنها به سطح درک از طرحواره مفهوم دست یافته‌اند. آمار نشانگر این است که فراگیران مسائل مغناطیس را در صورتی درست حل می‌کنند که یک روش روتین و الگوریتمی برای حل داشته باشند.

کلید واژه ها: آموزش فیزیک، سطوح یادگیری، رهیافت آموزشیAPOS ، مغناطیس.

[۱] کارشناسی ارشد فیزیک، گروه آموزش فیزیک، دانشگاه فرهنگیان، صندوق پستی ۸۸۹-۱۴۶۶۵، تهران. ایران.

[۲]- گروه آموزش فیزیک، دانشگاه فرهنگیان، صندوق پستی ۸۸۹-۱۴۶۶۵، تهران، ایران. نویسنده مسئول.

[۳] گروه علوم پایه، دانشکده علوم پایه، دانشگاه شهید رجایی، تهران، ایران.

۲. مقدمه

نقش آموزش در یاددهی و یادگیری به عنوان یک موضوع مهم در فرآیندهای توسعه‌ی دانش اجتماعی در جوامع مختلف بر کسی پوشیده نیست. ولی متاسفانه اشتیاق فراگیران به مدرسه و دروس مدرسه، علی‌الخصوص در درس‌های علوم پایه، هر روز کم می‌شود. عامل‌های زیادی می‌تواند بر ایجاد این مشکل تاثیرگذار باشد که از جمله آنان می‌توان به ناتوانی در شناخت کج‌فهمی های فراگیران، ارزشیابی‌های غیر استاندارد از دانش‌آموزان و توجه کم برنامه‌ریزان به آموزش این علوم اشاره کرد. یکی از درس‌هایی که آسیب زیادی از این مشکلات دیده است درس فیزیک می‌باشد که بسیاری از دانش‌آموزان در فهم صحیح اصول و موضوعات درس فیزیک و بحث مغناطیس با مشکلات مختلفی مواجه هستند.

یادگیری دروس علوم پایه و در میان آن‌ها درس فیزیک نیاز به توجه، تکرار، تمرین، تمرکز و سازگار بودن با محیط پیرامون دارد و نیازمند درک و فهم ذهنی بالا برای شناخت آن‌ها است. شاید به همین دلایل می‌باشد که فهم این درس برای خیلی از فراگیران یکی از موضوعات دیر فهم و سخت فهم است.

یکی از چارچوب‌های نظری و رهیافت‌هایی که نحوه آموزش مفهوم‌ها را توسط فراگیران می‌سنجد و آن‌ها را به نوعی مدل‌سازی می‌کند، رهیافت APOS می‌باشد. طبق این رهیافت، دانش‌آموزان مفهوم‌ها را در قالب‌های عمل ، شیء ، فرآیند و طرحواره می‌آموزند. ما با این چارچوب تا حدودی می‌توانیم به نحوه ایجاد مفهوم‌ها در ذهن فراگیران پی ببریم.

نظریه APOS یک نظریه ساخت و سازگرایانه در مورد چگونگی یادگیری و توسعه مفاهیم است که به فرآیند یادگیری یک مفهوم و نحوه ساخت آن در ذهن یادگیرنده مربوط می‌شود. این نظریه که هدف آن درک نظریه‌های پیاژه در مورد انتزاع تاملی و رشد شناختی فرد است، توسط دوبینسکی در اوایل دهه ۱۹۸۰ معرفی و ارائه شد. این نظریه چرخه ای از ساخت و ساز مفهوم را توصیف می‌کند که هنگام یادگیری یک مفهوم در ذهن یادگیرنده رخ می‌دهد. بر اساس این نظریه، ساختارهای ذهنی که برای ساخت مفهوم استفاده می‌شود، عبارتند از عمل، فرایند، شیء، و طرحواره.

طرحواره ذهنی یا ساختار مفهومی در واقع شبکه ای از عناصر وابسته و به هم پیوسته است که یک مقوله یا یک مفهوم اصلی را می‌سازند. اسلاوین[1] (۱۹۹۱، به نقل از گویا و حسام، ۲۰۰۴) طرحواره را به عنوان شبکه هایی از ایده ها یا روابط به هم مرتبط یا شبکه هایی از مفاهیم که در حافظه افراد وجود دارد و آنها را قادر می‌سازد اطلاعات جدید را درک کنند، تعریف کرد. با این چارچوب می‌توان میزان درک دانش‌آموزان از مفاهیم مختلف را بررسی کرد، با این بررسی می‌توان اشتباهات مفهومی دانش‌آموزان را شناسایی و نسبت به رفع آنها اقدام کرد.

طرحواره ذهنی یا ساختار مفهومی در واقع شبکه ای از عناصر وابسته و به هم پیوسته است که یک مقوله یا یک مفهوم اصلی را می‌سازند. اسلاوین[2] (۱۹۹۱، به نقل از گویا و حسام، ۲۰۰۴) طرحواره را به عنوان شبکه هایی از ایده ها یا روابط به هم مرتبط یا شبکه هایی از مفاهیم که در حافظه افراد وجود دارد و آنها را قادر می‌سازد اطلاعات جدید را درک کنند، تعریف کرد.

۳. سوالات تحقیق

۱_ توزیع فراوانیِ سطوح یادگیریِ دانش‌آموزان از مفهوم مغناطیس بر اساس چارچوب نظری APOS چگونه است ؟

۲_ کتاب درسی فیزیک در مبحث مغناطیس با توجه به رهیافت APOS تا چه سطحِ یادگیری طراحی شده است ؟

[1] Slavin
[2] Slavin

۳_ میان سطح تدوین کتاب درسی با سطح یادگیری دانش‌آموزان در مبحث مغناطیس ارتباط معناداری وجود دارد؟
۴_ یک ماده آموزشی خوب همچون کتاب درسی براساس رهیافت APOS چه ساختاری باید داشته باشد؟

۴. متغیرهای تحقیق

متغیر مستقل: در این تحقیق، مطالعه و بررسی موضوع مغناطیس در کتاب‌های فیزیک دوره متوسطه متغیر مستقل است.
متغیر وابسته: در این تحقیق می‌خواهیم موضوع مغناطیس را با رهیافت APOS بررسی کنیم بنابراین رویکرد به رهیافت APOS وابسته می‌باشد.

۵. پیشینه تحقیق

در دهه اخیر چارچوب APOS بیشتر در کشور معرفی شده است و تحقیقات و مقالات دانشگاهی در رابطه با آن انجام شده است، اما بیشتر تحقیقات در زمینه ریاضیات است و تعداد مطالعات انجام شده در این زمینه نسبت به رشته فیزیک بیشتر است . اما خوشبختانه از سال ۹۸-۱۳۹۷ تعداد تحقیقات و مطالعاتی که در زمینه های مختلف فیزیک انجام شده است با نسبت خوبی رو به افزایش است که برخی از آنها در زیر آورده شده است.

۵-۱ منابع داخلی

از جمله پژوهش هایی که تحت چارچوب APOS در داخل کشور صورت گرفته:

شریفی (۱۳۹۳) تحقیقی را با کمک چارچوب APOS برای تعیین میزان درک مفهوم حد در دانش‌آموزان دختر سال سوم دبیرستان شهرستان قرچک انجام داد که نتایج نشان می‌دهد که اکثر دانش‌آموزان قادر به انجام این کار نبودند. مفهوم حد را درک می‌کنند، اما اگر به روشی معمولی برای حل آنها دسترسی داشته باشند، سوالات را به درستی حل می‌کنند.

خیرالله زاده (۱۳۹۵) در پژوهشی بر اساس چارچوب APOS به بررسی سطح درک دانش‌آموزان از مفهوم مشتق پرداخت، نتایج تحقیق وی نشان داد که دانش‌آموزان در درک مفهوم مشتق مشکلات زیادی دارند. یادگیری آن‌ها در سطح عمل و فرآیند است و شیء مفهوم در ذهن اکثر آن‌ها شکل نگرفته است و تعداد انگشت شماری به درک طرحواره مشتق رسیده اند.

حسامی (۱۳۹۴) در پژوهشی با استفاده از نظریه APOS سعی در برقراری ارتباط بین درک دانش‌آموزان سوم متوسطه با مفاهیم ریاضیات داشت. نتایج این پژوهش نشان داد که اکثر دانش‌آموزان در درک مفاهیم مختلف تابع از جمله تعریف تابع، بازنمایی های مختلف تابع، معکوس تابع و غیره مشکل دارند و بیشتر درک آن‌ها در سطح عمل و فرآیند است. تعداد انگشت شماری به درک طرحواره مشتق رسیده اند.

مصطفی اسدی (۱۳۹۶) به منظور بررسی سطح درک دانش‌آموزان پسر پیش دانشگاهی در رشته تجربی و ریاضی منطقه ۱۲ تهران، پژوهشی توصیفی بر اساس چارچوب نظری APOS انجام داد. ابزار اندازه گیری وی آزمون پیشرفت تحصیلی محقق بود که شامل ۱۱ مسئله چند قسمتی بود و نتایج تحقیق نشان داد که اکثر دانش‌آموزان درک درستی از مفاهیم سینماتیک ندارند و اگر از روش الگوریتمی برای حل آنها استفاده کنند مسائل سینماتیک را حل می‌کنند. عملکرد ضعیف دانش‌آموزان در پاسخ به سؤالات به وضوح نشان می‌دهد که ساخت مفاهیم سینماتیک در ذهن اکثر آنها ناقص است

و این ساختارهای ضعیف نه تنها بر درک آنها از مفاهیم سینماتیکی بلکه بر درک آنها از مفاهیم مرتبط مانند دینامیک تأثیر می‌گذارد. موثر نیز بوده است.

سلحشور ثانی (۱۳۹۷) تأثیر عامل کنترل از نظر شوئنفیلد را بر درک دانش‌آموزان از مفهوم حد با توجه به نظریه APOS به صورت شبه آزمایشی و با در نظر گرفتن گروه آزمایش و کنترل مورد بررسی قرار داده است. نمونه مورد مطالعه ۵۰ دانشآموز پسر پایه یازدهم رشته ریاضی فیزیک شهرستان بندرانزلی در سال تحصیلی ۱۳۹۶-۹۷ می‌باشد. که به روش نمونه گیری خوشه‌ای به صورت تصادفی انتخاب شدند. نتایج تحقیق نشان داد که عامل کنترل در افزایش درک دانشجویان از موضوع حد بر اساس نظریه APOS موثر است. بر این اساس بیشترین تأثیر عامل کنترل شونفیلد به ترتیب در سطوح طرحواره و شی است. عامل کنترل شوئنفیلد در دو سطح بعدی یعنی کنش و فرآیند تأثیر چندانی نداشت. با این حال، تغییر در سطح فرآیند کمی بیشتر از سطح عمل است.

وحید برجی (۱۳۹۷) پژوهشی را با هدف استفاده از چارچوب APOS-ACE به منظور بررسی آموزش و یادگیری مفهوم مشتق با تاکید بر نمایش گرافیکی آن انجام داد. مقایسه و بررسی نتایج نشان داد که دانش‌آموزان گروه آزمایش درک بهتری از مشتق نسبت به دانش‌آموزان گروه کنترل داشتند. بنابراین، استفاده از چرخه تدریس ACE توسط اساتید می‌تواند به آموزش حساب دیفرانسیل و انتگرال، به ویژه مشتق، در توسعه درک مفهومی دانشجویان کمک کند.

حکیمی (۱۳۹۸) طی پژوهشی ساخت و سازهای ذهنی دانش‌آموزان از مفاهیم تابع را تحت رهیافت APOS بررسی کرده است. نمونه مورد مطالعه ۴۰ نفر دانش‌آموز رشته ریاضی و فیزیک سال دوم متوسطه ناحیه ۱ شهر ری به روش خوشه ای انتخاب می‌شود. ابزار آزمون پرسشنامه ای حاوی ۱۰ سوال است که توسط محقق از کتاب پایه یازدهم طراحی شده است. سوالات در چهار سطح تئوری APOS طراحی شده است. نتایج تحقیق نشان داد که اکثر دانش‌آموزان در درک مفاهیم مختلف تابع از جمله تعریف تابع، نمایش‌های مختلف تابع، معکوس تابع و ... مشکل دارند و مسائل تابع را به درستی حل می‌کنند اگر از روش مرسوم استفاده کنند به راه حل دسترسی داشته باشند.

موسوی (۱۳۹۸) طی پژوهشی کیفی که با روش زمینه‌سازی انجام شده است، سطح درک دانشجویان از مفاهیم الکتریسیته را بر اساس چارچوب نظری APOS بررسی کرده است. نمونه پژوهش ۹۴ دانش‌آموز پسر سال دوم متوسطه شهر زنجان است که به صورت تصادفی ساده انتخاب شدند. ابزار تحقیق، آزمون پیشرفت تحصیلی محقق بود که شامل ۲۸ سوال تشریحی از موضوع الکتریسیته بود. نتایج تحقیق نشان داد که اکثر دانش‌آموزان درک درستی از مفاهیم الکتریسیته ندارند و در صورت دسترسی به یک روش معمول برای حل سوالات الکتریسیته ، آن‌ها را به درستی حل می‌کنند. عملکرد ضعیف دانش‌آموزان در پاسخگویی به سوالات به وضوح نشان می‌دهد که ساخت مفاهیم الکتریسیته در ذهن اکثر آنها ناقص است و این ساختارهای ضعیف نه تنها بر درک آنها از مفاهیم الکتریسیته تاثیر گذاشته است بلکه درک آنها از مفاهیم مرتبط از اصطلاح میدان مغناطیسی را نیز تحت تاثیر قرار داده است. نیز موثر باشد.

ناصر ملامحمدی (۱۳۹۸) پژوهشی را با هدف بررسی عملکرد و درک دانش‌آموزان دبیرستانی از مفهوم پیوستگی در چارچوب نظریه APOS انجام داد. شرکت کنندگان در این پژوهش ۷۷ نفر از دانش‌آموزان سال دوازدهم تجربی شهرستان تایباد بودند. آزمونی مشتمل بر ۶ سوال طراحی شد و داده های به دست آمده بر اساس چارچوب APOS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج تحقیق نشان داد که اکثر دانش‌آموزان در درک مفهوم پیوستگی مشکل داشتند و نتوانستند از تعریف رسمی پیوستگی در مسائل مختلف به درستی استفاده کنند.

تقی عجمی(۱۳۹۹) به منظور ارزیابی سطح یادگیری دانش‌آموزان از درس فیزیک و قوانین نیوتن از دو نظریه APOS و SOLO استفاده کرده است. روشی پژوهش وی توصیفی از نوع پیمایشی و جامعه آماری او ۲۰۰ نفر از دانش آموزان دختر پایه دوازدهم استان زنجان بود. نتایج نشان می‌دهد که بر اساس تئوری APOS، 70 درصد دانش‌آموزان در سطح فرآیندی هستند و کمتر از ۱۰ درصد آنها به سطح بالاتری رسیده‌اند. این آمار نشان می‌دهد که دانش‌آموزان در درک مفاهیم ضعیف هستند و بیشتر به حفظ متن کتاب (بدون ایجاد شی و طرحواره از مفهوم)، بدون اینکه به درک عمیقی از آن برسند، اکتفا می‌کنند.

۲-۵ منابع خارجی

در سال ۲۰۱۰، در ایالات متحده آمریکا، تحت چارچوب APOS، و یر سطح درک دانش‌آموزان از مفهوم تابع را بررسی کرد. نتایج این تحقیق نشان داد که درک دانش‌آموزان از مفهوم تابع در سطح عمل و فرآیند و درک تعدادی از آنها در سطح شی و طرحواره است. (شریفی، ۱۳۹۵، پایان نامه ی کارشناسی ارشد).

ماهاراج[1] در سال ۲۰۱۳ سطح درک ۸۵۷ دانش‌آموز آفریقای جنوبی را در مورد مفهوم مشتق با آزمونی متشکل از ۶ سوال و ۵ گزینه بررسی کرد. نتایج این تحقیق نشان داد که درک مفهوم مشتق در اکثر دانشجویان در سطح فرآیند یا شیء بوده و آن‌ها طرحواره مناسبی برای مفهوم مشتق ندارند(ماهاراج ۲۰۱۳).

ماهاراج (۲۰۱۳) در تحقیقی با کمک چارچوب APOS به بررسی سطح درک دانشجویان آفریقای جنوبی از مفهوم انتگرال پرداخت. نتایج این تحقیق نشان داد که درک مفهوم انتگرال در اکثر دانشجویان در سطح عمل و فرآیند است (خیرالله زاده، ۱۳۹۴، پایان نامه کارشناسی ارشد).

ماهاراج (۲۰۱۰) در تحقیقی بر روی مفهوم حد تابع در بین ۸۶۸ دانش‌آموز در آفریقای جنوبی نشان داد که حد مفهومی است که دانش‌آموزان در درک و بیان آن مشکل دارند و این مشکلات به این دلیل است که آن‌ها ساختار مناسبی از سطح عمل، فرآیند و شی. و طرحواره ندارند (ماهاراج، ۲۰۱۰)

ناگلی[2] و همکاران (۲۰۱۹) از نظریه APOS به عنوان لنزی استفاده کرد تا با در نظر گرفتن یازده مفهوم شیب، بینش بیشتری در مورد یافته‌های مربوط به درک شیب به دست آورد. نتایج نشان می‌دهد که دانش‌آموزان به مرحله شیء از شیب در حد تابع خطی (ده مفهوم) رسیده اند، اما اکثر آن‌ها در بیان ۳۹ تفسیر از کاربرد واقعی آن ضعیف بوده اند. در سایر مفاهیم مشکل چندانی مشاهده نشد. به نظر می‌رسد کتاب های درسی در ایران به خوبی مفهوم شیب را ارائه کرده‌اند. دانش‌آموزان در درک ۱۱ مفهوم شیب در سطح تابع خطی تا سطح شی مشکلی نداشتند، اما در زمینه درک سه بعدی شیب مشکلات زیادی داشتند. به طوری که شاید آنها حتی چنین مسائلی را ندیده بودند. درک دانش‌آموزان از شیب در حالت سه بعدی در مرحله کلیت بود.

۶. روش شناسی پژوهش

تحقیق حاضر کیفی و با روش پیمایشی (زمینه یابی) می‌باشد که در آن تحقیق بر روی گروه خاصی از افراد در موضوعی خاص (مغناطیس فیزیک یازدهم) انجام می‌شود. این گروه خاص در این پژوهش، دانش‌آموزان سال دوازدهم رشته‌های علوم تجربی و

[1] Maharaj
[2] Nagley

ریاضی فیزیک هستند و موضوع ویژه، درک این دانش‌آموزان از مفهوم مغناطیس در چارچوب تئوری APOS است. نوع این تحقیق زمینه‌یابی مقطعی است که اطلاعات آن بعد از آموزش مبحث مغناطیس به دانش‌آموزان جمع آوری شده است. با توجه به اینکه نتایج این تحقیق می‌تواند در جهت بهبود تصمیم گیری های لازم در واحدهای آموزشی مورد استفاده قرار گیرد، جزء تحقیقات کاربردی محسوب می‌شود.

جامعه آماری این تحقیق، دانش‌آموزان پایه دوازدهم استان همدان هستند که نمونه مورد مطالعه ۱۱۰ نفر از دانش‌آموزان پسر و دختر پایه دوازدهم رشته های علوم تجربی و ریاضی فیزیک دبیرستان‌های نمونه دولتی پسرانه خواجه نصیر الدین طوسی و نمونه دولتی دخترانه دارالفنون و دبیرستان عادی دخترانه توحید و دبیرستان عادی پسرانه شهید موسوی شهرستان رزن هستند که نمونه در دسترس محقق بودند. در جدول زیر توزیع آن‌ها آمده است:

جدول ۱. نام مدرسه و رشته و تعداد دانش‌آموزان شرکت کننده در آزمون

مدرسه	رشته	تعداد
نمونه دولتی خواجه نصیرالدین طوسی پسرانه	ریاضی فیزیک	۱۴
	علوم تجربی	۲۱
نمونه دولتی دارالفنون دخترانه	ریاضی فیزیک	۱۳
	علوم تجربی	۳۰
عادی شهید موسوی پسرانه	علوم تجربی	۱۷
عادی توحید دخترانه	علوم تجربی	۱۵

جدول۲. بودجه بندی و میزان ساعات تدریس مورد نیاز برای تدریس هر بحث در کتاب فیزیک پایه یازدهم بحث مغناطیس و ارتباط بین سطوح یادگیری APOS و سطوح یادگیری شناختی بلوم

عنوان بحث	میزان جلسات مورد نیاز تدریس	تعداد صفحات در کتاب و تعداد پرسش ها و مثال	سطح یادگیری APOS	سطح یادگیری بلوم
مفاهیم مغناطیس و میدان مغناطیسی و ویژگی خطوط میدان مغناطیسی	۱ جلسه	۵ صفحه و ۱۰ پرسش و مثال	فرآیند	کاربرد
نیروی مغناطیسی وارد بر ذره باردار در حال حرکت در میدان مغناطیسی	۲ جلسه	۳ صفحه و ۱۱ پرسش و مثال	طرحواره	ارزشیابی
نیروی مغناطیسی وارد بر سیم دارای جریان الکتریکی در میدان مغناطیسی	۱ جلسه	۴ صفحه و ۷ پرسش و مثال	طرحواره	ارزشیابی
میدان مغناطیسی حاصل از سیم بلند حامل جریان	۱ جلسه	۳ صفحه و ۴ پرسش و مثال	فرآیند	کاربرد
میدان مغناطیسی حاصل از حلقه دایره ای حامل جریان (پیچه)	۱ جلسه	۲ صفحه و ۱ پرسش و مثال	عمل	درک
میدان مغناطیسی حاصل از سیم بلند حامل جریان	۱ جلسه	۳ صفحه و ۸ پرسش و مثال	طرحواره	ترکیب

ویژگی های مغناطیسی مواد	۱ جلسه	۲ صفحه و ۱ پرسش و مثال	فرآیند	کاربرد

به منظور بررسی روایی ابزار مورد نیاز ، ابتدا ۲۵ سوال با توجه ویژه به مطالب کتاب درسی انتخاب شد. اکثر سوالات منتخب از آزمونهای معتبر مانند آزمون نهایی، آزمون سنجش و ... انتخاب شدند که دارای روایی محتوایی و صوری بودند. اما پس از تهیه سوالات به صورت آزمایشی، آزمونی از ۲۱ دانش‌آموز خارج از نمونه به صورت پایلوت انجام شد. پس از بررسی نتایج آزمون و در نظر گرفتن اهداف تحقیق و همچنین با توجه به نظرات اساتید محترم آموزش فیزیک و تنی چند از دبیران سطح متوسطه، اصلاحات و تغییرات لازم در تعداد و متن سوالات انجام شد. به این ترتیب فرم کلی آزمون شکل گرفت.

برای اندازه‌گیری پایایی تحقیق و سوالات آن از مولفه ای به نام «ضریب پایایی» استفاده می‌شود که دامنه آن از ۰ تا ۱+ است به این معنا که اگر این ضریب صفر باشد عدم پایایی و اگر این ضریب ۱+ باشد پایایی کامل را نشان می‌دهد. برای تعیین پایایی روش های متنوعی وجود دارند که یکی از این روش ها آلفای کرونباخ است. برای آزمون این پژوهش با استفاده از نرم افزار spss مقدار ۰/۹۰۶ محاسبه شد که مقدار بسیار خوبی است و نشانگر پایایی عالی آزمون است همچنین مقادیر بالای ۰/۷ برای آلفای کرونباخ قابل قبول است.

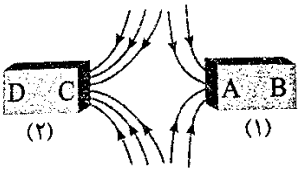
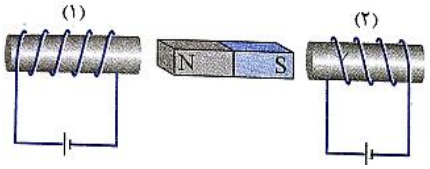
جدول۳. دسته بندی سوالات آزمون محقق ساخته بر مبنای رهیافت APOS

شماره سوال	سطح سوال
۱	عمل
۲	عمل
۳	عمل
۴	فرآیند
۵	فرآیند
۶	فرآیند
۷	فرآیند
۸	شیء
۹	شیء
۱۰	شیء
۱۱	طرحواره
۱۲	طرحواره
۱۳	طرحواره

جدول۴ نتیجه آزمون آلفای کرونباخ برای سنجش مقدار پایایی پرسشنامه آزمون

آزمون آلفای کرونباخ برای قابلیت اعتماد پرسشنامه آزمون	
سوال	آیا پرسشنامه طراحی شده جهت آزمون دارای قابلیت اطمینان قابل قبولی بوده است؟
آزمون انجام شده	**Case Processing Summary** N: 110 (100.0%) — Valid Excluded: 0 (.0%) Total: 110 (100.0%) **Reliability Statistics** Cronbach's Alpha: 0.906 N of Items: 13
نتیجه آزمون	با توجه به اینکه آلفای کرونباخ برابر ۰,۹۰۶ بدست آمده که بیشتر از ۰,۷ میباشد، می‌توان نتیجه گرفت که قابلیت اعتماد پرسش نامه در حد قابل قبولی است.

جدول۵. تحلیل محتوای آزمون

سوالات
۱_ خط های میدان مغناطیسی بین دو آهنربا مطابق شکل مقابل است. قسمت A در آهنربای ۱ قطب ..... و قسمت C در آهنربای ۲ قطب ..... می‌باشد و آهنربای ۱ از آهنربای ۲ ..... است.  الف) N , N ، ضعیف تر ب) N , N ، قوی تر ج) S , S ، ضعیف تر د) S , S ، قوی تر تحلیل: این سوال در سطح عمل قرار دارد چون دانش‌آموز باید با استفاده از حافظه و دانسته‌های خود و مفاهیم مربوط به ویژگی‌های خطوط میدان مغناطیسی، آن‌ها را بکار گرفته و با ترکیب آنها شکل خطوط میدان اطراف یک آهنربا را تشخیص دهد و نوع قطب‌ها را تعیین کند. و ضمنا پاسخ او به این پرسش در قالب عکس العمل ذهن به یک محرک خارجی و طبق شیوه معینی انجام می پذیرد.
۲_ بار الکتریکی q با سرعت v وارد یک میدان مغناطیسی یکنواخت B می‌شود اگر جهت حرکت v و جهت میدان مغناطیسی در یک راستا نباشند و از طرف میدان، نیروی F بر بار وارد شود. کدام عبارت درست است؟ الف) v بر هر دو بردار F و B عمود است. ب) F بر هر دو بردار v و B عمود است. ج) B بر هر دو بردار F و v عمود است. د) v و B و F همواره دو به دو بر یکدیگر عمودند. تحلیل: این سوال در سطح عمل قرار دارد چون فراگیر با توجه به داده های ذهنی و حفظیات خود باید به سوال پاسخ دهد و پاسخ او به این پرسش در قالب عکس العمل ذهن به یک محرک خارجی و طبق شیوه معینی انجام می‌پذیرد. باید بداند که در نیروی مغناطیسی وارد بر یک بار الکتریکی در یک میدان الکتریکی بردار v و B می‌توانند هر زاویه ای باهم بسازند اما F همواره بر هر دو آنها عمود خواهد بود.
۳_ در کدام یک از گزینه های زیر همه مواد جزء مواد فرومغناطیس نرم هستند؟ الف) فولاد، مس، نقره ب) آهن، فولاد ، مس ج) نیکل، کبالت، آهن د) مس ، نقره، اورانیم تحلیل: این سوال در سطح عمل قرار دارد چون دانش‌آموز باید با حفظیات ذهنی خود در رابطه با ویژگی‌های مغناطیسی مواد باید به سوال پاسخ دهد.
۴_ تسلا (T) یکای میدان مغناطیسی ، معادل کدامیک از گزینه های زیر است؟ الف) $\frac{N}{C.m.s}$ ب) $\frac{N.C}{m.s}$ ج) $\frac{N}{A.s}$ د) $\frac{N}{A.m}$ تحلیل: پاسخ به این سوال در سطح فرآیند قرار دارد چون دانش‌آموز باید یکای مولفه‌های موثر بر میدان مغناطیسی را بداند و با جایگذاری در رابطه‌های نیروی وارد بر ذره یا سیم یکای میدان مغناطیسی را بدست آورد.
۵_ در شکل مقابل، نیرویی که آهنربا به سیملوله های ۱ و ۲ وارد می‌کند به ترتیب چگونه است؟  الف) ربایشی – ربایشی ب) ربایشی – رانشی ج) رانشی – رانشی د) رانشی – ربایشی این سوال در سطح فرآیند قرار دارد و دانش‌آموز باید با ترکیب چند عمل از جمله، قاعده دست راست میدان حاصل از سیملوله و تصور خطوط میدان الکتریکی حاصل از آهنربا و سیملوله و همچنین دافعه و جاذبه قطب‌های آهنربا نوع نیروی رانشی یا ربایشی بین آهنربا و سیملوله‌ها را تعیین کند.
۶_ در مکانی که میدان مغناطیسی یکنواخت $0.04\ T$ وجود دارد، ذره ای با بار الکتریکی $-50\mu C$ و تندی $200\frac{m}{s}$ از شرق به غرب در حرکت است، اگر جهت خطوط میدان مغناطیسی از جنوب به شمال باشد، نیروی الکترومغناطیسی وارد بر ذره چند نیوتن است و جهت این نیرو به کدام سمت می‌باشد؟ الف) 2×10^{-3} شمال ب) 2×10^{-3} جنوب ج) 4×10^{-4} بالا د) 4×10^{-4} پایین

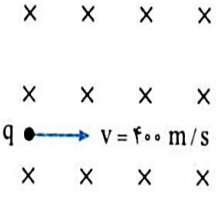
این سوال در سطح فرآیند قرار دارد. چون دانش‌آموز باید با اطلاعات ذهنی خود و تبدیل واحدهای مورد نیاز اطلاعات داده شده را در رابطه نیروی وارد بر ذره در میدان مغناطیس جایگذاری کرده و مقدار نیرو را بدست آورده و با قاعده دست راست جهت آن را نیز مشخص کند.

۷_ بزرگی میدان مغناطیسی یکنواختی $5 \times 10^{-3}\ \mathrm{T}$ و جهت آن از جنوب به شمال است. از یک سیم راست افقی، جریان $20\ \mathrm{A}$ در جهت غرب به شرق می‌گذرد. بر قسمتی از این سیم به طول $2\mathrm{m}$ چند نیوتن نیرو وارد می‌شود و جهت این نیرو به کدام سمت است؟

الف) ۰٫۲ بالا ب) ۰٫۲ پایین ج) ۰٫۱ بالا د) ۰٫۱ پایین

این سوال در سطح فرآیند قرار دارد. چون دانش‌آموز باید با استفاده از اطلاعات ذهنی خود اطلاعات داده شده را در رابطه مقدار نیروی وارد بر سیم در میدان مغناطیسی جایگذاری کرده و مقدار نیرو را بدست آورد و سپس با قاعده دست راست جهت آن را مشخص کند.

۸_ مطابق شکل ذره ای با بار $q = 5\mu C$ را با تندی $400\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ در میدان مغناطیسی $1000\ \mathrm{G}$ پرتاب کرده‌ایم و یک میدان الکتریکی از انحراف ذره جلوگیری کرده است. جهت این میدان الکتریکی به کدام سمت است و اندازه آن چقدر می‌باشد؟



الف) $40\ \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{C}}$ ، بالا ب) $40\ \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{C}}$ ، پایین ج) $8\ \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{C}}$ ، بالا د) $8\ \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{C}}$ ، پایین

این سوال در محدوده شیء قرار دارد و دانش‌آموز باید با ترکیب دانسته‌های خود در زمینه میدان الکتریکی و مغناطیسی و انجام مجموعه ای از فرآیندها و دانستن مفهوم انحراف و عدم انحراف و همچنین جهت نیروی وارد بر ذره در میدان مغناطیسی و میدان الکتریکی بتواند جهت میدان الکتریکی را تعیین کند تا ذره از مسیر خود منحرف نشود.

۹_ می‌خواهیم سیم لوله ای بسازیم که وقتی جریان $2\ \mathrm{A}$ از آن می‌گذرد، میدان مغناطیسی $0.012\ \mathrm{T}$ داخل آن برقرار شود. در هر سانتی متر سیملوله چند دور سیم لازم است؟ $(\mu_0 = 12 \times 10^{-7}\ \frac{\mathrm{T.m}}{\mathrm{A}})$

الف) ۲۰ ب) ۵۰ ج) ۲۰۰ د) ۵۰۰

این سوال در سطح شیء از ۴ مرحله APOS قرار دارد. چون دانش‌آموز باید با اطلاعات ذهنی خود و تفسیر سوال و همچنین تغییر مجهول در رابطه میدان مغناطیسی حاصل از سیملوله تعداد دورهای سیملوله را بدست آورد.

۱۰_ با سیمی به طول $8\ \mathrm{m}$ یک سیملوله به شعاع $1\ \mathrm{cm}$ می سازیم و جریان $5\ \mathrm{A}$ را از آن عبور می‌دهیم، اگر طول سیملوله $20\ \mathrm{cm}$ باشد بزرگی میدان مغناطیسی در مرکز آن چند گاوس است؟ $(\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\ \frac{\mathrm{T.m}}{\mathrm{A}})$

الف) ۴ ب) $4\ \pi$ ج) ۴۰ د) $40\ \pi$

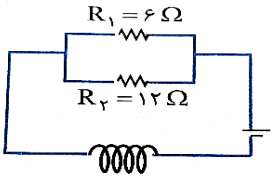
این سوال در سطح شیء قرار دارد زیرا فراگیر با ترکیب چند عمل مختلف ابتدا باید تعداد دورهای سیملوله را با مفهوم طول و قطر آن بدست آورد و بعد با جایگذاری در رابطه میدان مغناطیسی حاصل از سیملوله اندازه آن را بدست آورد و تبدیل واحدهای مورد نیاز را نیز انجام دهد.

۱۱_ با استفاده از سیمی به طول $16\ \mathrm{m}$ و قطر مقطع $2\ \mathrm{mm}$ سیملوله ای با شعاع حلقه $1\ \mathrm{cm}$ درست می‌کنیم. اگر این سیملوله را به اختلاف پتانسیل $2\mathrm{V}$ وصل کنیم. میدان مغناطیسی درون سیملوله برابر با چند گاوس می‌شود؟ $(\mu_0 = 12 \times 10^{-7}\ \frac{\mathrm{T.m}}{\mathrm{A}})$ و مقاومت ویژه سیم $5 \times 10^{-8}\ \Omega.\mathrm{m}$ و $\pi^2 = 10$)

الف) ۱۰۰ ب) $100\ \pi$ ج) ۵۰ د) $50\ \pi$

این سوال در محدوده طرحواره قرار دارد زیرا دانش‌آموز باید با ترکیب چند فرآیند مختلف در زمینه مقاومت رساناهای اهمی ابتدا مقاومت این رسانارا بدست آورده و سپس با رابطه جریان مقدار جریان عبوری از رسانا را بداند و سپس با استفاده از رابطه میدان مغناطیسی سیملوله و تبدیل واحد های متعدد اندازه میدان مغناطیسی را بدست آورد.

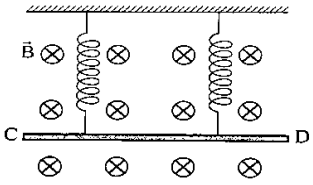
۱۲_ در شکل زیر توان مصرفی مقاومت R_1 برابر $24\ W$ است. اگر سیملوله در هر متر ۱۰۰۰ دور حلقه داشته باشد، میدان مغناطیسی در داخل سیملوله چند تسلا است؟ $(\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\ \frac{T.m}{A})$



الف) $1.2\pi \times 10^{-3}$ ب) $1.2\pi \times 10^{+4}$ ج) $8\pi \times 10^{-3}$ د) $4\pi \times 10^{+4}$

این سوال در محدوده طرحواره قرار دارد زیرا دانش‌آموز باید با ترکیب دانسته های خود و ترکیب چند فرآیند مختلف در زمینه مدارهای الکتریکی و بهم بستن مقاومت ها و توان مصرفی مقاومت ها، ابتدا جریان کل مدار را محاسبه کند و سپس با استفاده از رابطه میدان مغناطیسی سیملوله اندازه آن را بدست آورد.

۱۳_ مطابق شکل ، میله CD به جرم $160\ g$ و طول $80\ cm$ به دو فنر مشابه آویخته شده است و در میدان مغناطیسی یکنواخت با اندازه $0.4\ T$ قرار دارد. از میله جریان چند آمپر و در چه جهتی عبور کند تا از طرف میله بر فنرها نیرویی وارد نشود؟



الف) $5A$ و از C به طرف D ب) $2A$ و از C به طرف D

ج) $5A$ و از D به طرف C د) $2A$ و از D به طرف C

این سوال در محدوده طرحواره قرار دارد و دانش‌آموز باید با ترکیب دانسته های خود در زمینه میدان مغناطیسی ، نیروی وزن، انجام مجموعه ای از فرآیندها و دانستن مفهوم نیروی وارد بر سیم در میدان مغناطیسی بتواند جهت نیروی وزن و نیروی وارد بر سیم را تعیین کند و با جایگذاری داده ها در رابطه اندازه جریان عبوری را نیز تعیین کند.

۷. یافته های تحقیق:

در این قسمت از مقاله، ابتدا به تجزیه و تحلیل و تفسیر داده های بدست آمده براساس آمار می‌پردازیم و در نهایت، تحلیل داده ها را در چهارچوب APOS ارائه می‌کنیم.

در این مطالعه پاسخنامه‌های ۱۱۰ نفر از دانش‌آموزان پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه استان همدان شهرستان رزن در مدارس مختلف شامل ۲ مدرسه نمونه دولتی دخترانه و پسرانه و ۲ مدرس عادی دخترانه و پسرانه بررسی شده است. با استفاده از نرم افزار spss ضریب آلفای کرونباخ محاسبه گردیده و برابر ۰/۹۰۶ شده است.

۷-۱ برخی از بد مفهومی های استخراج شده توسط محقق از مفهوم مغناطیس در دانش‌آموزان چیست ؟

کج‌فهمی، مفاهیمی است که یادگیرندگان در مورد محتوای علمی مورد بحث در ذهن خود می‌سازند. در آزمون‌های چهارگزینه‌ای معمولاً پاسخ‌های نادرست به عنوان کج‌فهمی تلقی می‌شود. این در حالی است که گاهی اوقات پاسخ های اشتباه ناشی از عدم آگاهی یا دانش نادرست است. یکی از ویژگی‌های کج‌فهمی، ماندگاری آن است و فرد دچار کج‌فهمی به درستی نظر خود مطمئن است. همچنین تکرار و پایداری این اشتباهات، فرض تصادفی بودن آنها را رد می‌کند.

با انجام این مطالعه، طراحی آزمون و بررسی پاسخ دانش آموزان براساس چارچوب نظری APOS متوجه شدیم دانش‌آموزان در مبحث مغناطیس گرفتار کج‌فهمی های کلی زیر هستند:

۱_ بعضی دانش‌آموزان در شناخت آهنربا، ویژگی مغناطیسی آن، ماده کانی مگنتیت، میدان مغناطیسی زمین، تاثیر آن بر اجسام پیرامون خود ، نحوه ساختن آهنربا و وجود میدان مغناطیسی در اطراف اجسام دارای خاصیت آهنربایی دچار اشکال هستند اما اغلب این اشتباهات ناشی از کمبود دانش ، مطالعه ناکافی و عدم تمرین و تکرار است.

۲_ برخی از دانش‌آموزان قادر به تشخیص و تفکیک ذهنی قطب‌های آهنربا ، قوی بودن میدان مغناطیسی در قطب ها و جاذبه بیشتر در این نواحی نیستند و در مصاحبه با آن‌ها بیان کردند که علی رغم ظاهر کاملا یکسان قطب‌ها با نواحی دیگر دلیل قوی بودن و جاذبه بیشتر این قسمت‌های آهنربا چیست؟

۳_ تعدادی از دانش‌آموزان سوالاتی را درباره تک قطبی مغناطیسی و دلیل عدم وجود آن پرسیدند که چرا با شکسته شدن و خرد شدن بیشتر آهنربا همچنان ما دو قطب مغناطیسی داریم در صورتی که در مشابهت با میدان الکتریکی، ما در میدان الکتریکی می‌توانیم تک قطبی الکتریکی ایجاد کنیم؟

۴_ آن‌ها با مفهوم میدان مغناطیسی آشنا نیستند و چون نمی‌توانند این خاصیت را با چشم در اطراف آهنربا ببینند دلیل وجود آن را مورد سوال قرار می‌دادند که با توضیح و آزمایش روغن و برداه آهن، تا حدودی در این باره قانع شدند.

۵_ بعضی از دانش‌آموزان با وجود بردارهای میدان مغناطیسی، نیروی وارد بر ذره یا سیم و سرعت یا جهت جریان در سه بعد آشنا نیستند و درک مختصات سه بعدی برایشان سخت است و چون برای اولین بار با جهت‌های درونسو و برونسو و ترکیب آن‌ها با جهت‌های جغرافیایی آشنا می‌شوند مقداری در هضم مطالب دچار مشکل می‌شوند.

۶_ گاهاً بعضی از فراگیران در مفهوم یکاهای جدید و نحوه پیدایش و نامگذاری آن‌ها دچار مشکل هستند. برای مثال در یکای میدان مغناطیسی: تسلا و گاوس.

۷_ درباره مشابهت روابط بدست آوردن نیروی وارد بر ذره باردار متحرک در میدان مغناطیسی با نیروی وارد بر سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی و همچنین میدان مغناطیسی حاصل از سیم حامل جریان، حلقه دایره ای حامل جریان(پیچه) و سیملوله حامل جریان دارای ابهام بودند.

۸_ اینکه سیم راست حامل جریان ، حلقه دایره ای حامل جریان (پیچه) و سیملوله حامل جریان نیز می‌توانند خاصیت مغناطیسی در اطراف خود ایجاد کنند متعجب بودند و سوالات زیادی را راجع به این مطالب می‌پرسیدند و حتی در فهم صورت مسائل و درک اینکه چگونه در اطراف این ابزارها میدان مغناطیسی ایجاد و تولید می‌شود ابهامات زیادی دارند.

۹_ بعضی از دانش‌آموزان در شناخت قاعده دست راست ، لزوم استفاده از آن، نحوه یادسپاری بردارها ، نحوه استفاده از آن در تعیین جهت بردارهای مجهول ، ترکیب این قاعده با جهت‌های جغرافیایی و محورهای مختصات سه بعدی و چرخش آن‌ها دچار سردرگمی بودند و گاها مشاهده می‌شود که با وجود حل صحیح سوال از طریق فرمول و بدست آوردن مجهول مسئله ، اما در تعیین جهت مربوطه با استفاده از قاعده دست راست اشتباه کرده و گزینه اشتباهی را در پاسخنامه(خاصه در سوالات ۶ و ۷ و۸) انتخاب کرده‌اند.

۱۰_ دانش‌آموزان با پیچه و سیملوله ، شکل واقعی آن‌ها ، شباهت ها و تفاوت‌ها، نحوه عملکرد و کاربرد آن‌ها در مدار و در زندگی واقعی دچار اشتباه هستند.

۱۱_ در سوالات ۱۰ و ۱۱ که نیاز به تبدیل طول سیم به تعداد دور سیملوله وجود دارد اکثر دانشآموزان اشتباه داشتند و نتوانسته بودند بفهمند که اگر طول سیم را به محیط سیملوله خواسته شده تقسیم کنیم میتوانیم تعداد دور سیملوله تشکیل شده را بدست آوریم.

۱۲_ در سوالات ۱۱ و ۱۲ و ۱۳ که در سطح طرحواره چارچوب APOS است اکثریت دانش‌آموزان توانایی برقراری ارتباط و ترکیب مطالب آموخته در فصل های قبلی با این فصل و تشکیل طرحواره مفهوم را نداشتند و همانطور که گفته شد فقط ۲۳٪ از آن‌ها توانستند به این سطح از یادگیری برسند و به این سوالات پاسخ دهند.

۱۳_ گاهاً دانش‌آموزان درباره مطالب تشریحی انتهای فصل ۳ که مربوط به ویژگی‌های مغناطیسی مواد است دچار ابهام هستند و نمی‌توانند مواد دیامغناطیس، پارامغناطیس و فرومغناطیس را از هم تمییز دهند و مثال‌های آن‌ها را به یاد بسپارند.

۱۴_ همچنین دانش‌آموزان در بعضی سؤالات که شکل سؤال آشنا بود، پاسخ مناسبی برای مسئله داشتند ولی همان مفهوم با شکل سؤال جدید آنان را دچار اشتباه کرده بود و این به عنوان یک فرضیه مطرح می شود که آیا تغییر بافتار موجب شده که نتوانند جواب صحیح دهند و یا علت دیگری وجود داشته است؟

۱۵_ و اما مهم ترین و ریشه ای ترین بدفهمی و مشکل دانش‌آموزان در پاسخ دهی به سوالات، محاسبات ریاضی، تبدیل واحدها، ضرب و تقسیم و توان رسانی و ... است. این مشکل متاسفانه در درس شیمی هم گریبان‌گیر دانش‌آموزان است و بدلیل استفاده از ماشین حساب و در دسترس بودن آن باعث ضعف بسیار زیاد دانش‌آموزان در یادگیری و حل مسائل فیزیک شده است. تا جایی که حتی مشاهده شده که دانش‌آموزان کنکوری حتی در یک ضرب و تقسیم ساده نیز ناتوانند و باعث می‌شود که در آزمون‌ها نتوانند نمره و نتیجه لازم را کسب کنند.

با استفاده از نتایج حاصل از تحقیقات گذشته و این مطالعه بر مبنای چارچوب APOS می توان از روند ساخت مفاهیم در ذهن فراگیران، اشتباهات ناخوداگاه معلمان در طی فرآیند تدریس و کم و کاستی های متون کتاب‌های درسی که باعث ایجاد کج‌فهمی و بدفهمی در در دانش‌آموزان می‌شود از این موارد اطلاع پیدا کرد و نسبت به اصلاح الگوی یادگیری یادگیرنده، نوع تدریس و متن کتاب‌های درسی اقدام نمود.

۸. جمع بندی

نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که بیشتر دانش‌آموزان مفهوم مغناطیس را در سطح عمل و فرآیند به خوبی درک کرده‌اند. اما در سطح شیء و طرحواره عملکرد قابل قبولی نداشتند و اکثریت دانش‌آموزان به سوالات در این سطح‌ها پاسخ اشتباه داده اند. عملکرد ضعیف فراگیران در پاسخ دادن به بعضی سوالات آزمون بخصوص سوالاتی که به مفاهیم نیروی وارد بر ذره باردار در میدان مغناطیسی و ترکیب آن‌ها با مفاهیم فصول قبلی مربوط است این نکته را به خوبی مشخص می‌کند که ساخت و سازهای مفاهیم بیان شده در ذهن اکثر آن‌ها ناقص یا بطور کل اشتباه است اما در پاسخ به سوالات الگوریتمی که مشابه آن را قبلا دیده و حل کرده‌اند یا سوالاتی که شکل‌ها برایشان آشنا است بهتر عمل می‌کنند اما وقتی که در ادامه همان سوال، سوالی جدید طرح شود یا این‌که کمی صورت مسئله عوض شود، نمی‌توانند به آن پاسخ دهند. اکثریت دانش‌آموزان در تفسیر شکل‌ها یا تجسم و شبیه‌سازی مفاهیم انتزاعی مثل خطوط میدان مغناطیسی اطراف آهنربا، سیم راست حامل جریان، حلقه دایره ای حامل جریان(پیچه) و سیملوله حامل جریان اشکال دارند. در حالت کلی در مبنای رهیافت APOS درک دانش‌آموزان از مفاهیم مغناطیس در سطح عمل و در سوالات الگوریتمی و روتین درک آن‌ها به سطح فرآیند رسیده است اما

شیء مفهوم در ذهن اکثر آن‌ها تشکیل نشده است. دانش‌آموزانی که قادر به تشکیل طرحواره در مفاهیم مغناطیس و مسائل آن شده اند تعداد کمی از نمونه مورد مطالعه است.

اکثر تحقیقاتی که در زمینه مفاهیم مختلف انجام شده است نشان داده است که ساختارهای ذهنی مفاهیم مختلف در ذهن فراگیران در سطوح پایین یادگیری وجود دارد. بخشی از عملکرد ضعیف دانش‌آموزان مربوط به سیستم آموزشی و شیوه‌های نامناسب تدریس است که در دوران تحصیل به ویژه دوره ابتدایی قدرت خلاقیت و تفکر در دانش‌آموزان ایجاد نمی‌شود و به جای شکوفایی این توانایی در دانش‌آموزان، حل مسائل سخت و زمان بر (از نظر محاسباتی) به عنوان ارزش در نظر گرفته شده است. زیرا تدریس به صورت ستونی بر اساس سبک سخنرانی معلم در مقایسه با قرار دادن کودکان در موقعیت‌های مختلف، تدریس در محیط خارج از کلاس، انجام آزمایش، ارائه راه حل‌های مختلف برای حل یک مسئله، زمان کمتری را صرف می‌کند و همچنین در روش سنتی، معلم می‌تواند فراگیران بیشتری را تحت پوشش قرار دهد.

البته کتاب‌های درسی فیزیک در سال های۹۵ تا ۹۷ با استقرار نظام آموزشی جدید تغییرات مثبت و خوبی در حوزه تقویت مهارت‌های انتزاعی داشته اند. بسیاری از پرسش‌ها و آزمایش‌ها طوری طراحی شده اند که پاسخ دادن به آنان تنها با دانسته‌های ریاضی امکان ندارد و دانش‌آموزان باید تمرین کنند که موقعیت مطرح شده در سوال را ابتدا درک کرده و سپس تجزیه و تحلیل کنند. با این حال نتایج مطالعات و مصاحبه با دبیران فیزیک دیگر شهرستان‌ها و استان‌ها نشان می‌دهد که تدوین کتاب درسی علی‌رغم نکات مثبتی که داشته است همچنان دارای اشکالات فراوانی است. دانش‌آموزانی که از ابتدا مهارت‌هایی مثل ارائه راه‌حل‌های گوناگون، صرف وقت زیاد و صبر و حوصله برای جواب دادن به یک سوال را یاد نگرفته اند، با ورود به دوره دوم متوسطه نمی‌توانند نتایج مناسبی از خود در آزمون‌ها نشان دهند.

عامل دیگر که مانع رشد سطح درک و فهم دانش‌آموزان از مفاهیم مغناطیس می‌شود، شیوه ارزشیابی این درس و اکثر دروس است. در ارزشیابی سنتی، سوالات امتحان همان تمرینات کتاب درسی یا تکالیف داده شده به فراگیران با کمی تغییر می‌باشد. لذا دانش‌آموزان بدون تفکر به این سوالات پاسخ می‌دهند. در ارزشیابی به شیوه سنتی ما علاقمند به ارزیابی مطالبی هستیم که دانش‌آموزان بلدند. همچنین در ارزشیابی سنتی بیشتر از سوالات الگوریتمی و رویه ای استفاده می‌کنیم که نیاز به استدلال و تجزیه و تحلیل ندارند و در سوال نیز راهنمایی و اشاره‌های کاملی برای رسیدن دانش آموزان به پاسخ وجود دارد که این عامل‌ها مانع از ارزیابی درست طرحواره‌های ذهنی دانش‌آموزان از مفاهیم می‌شود.

همچنین در امتحانات به شیوه سنتی به جواب صحیح نمره تعلق می‌گیرد در حالی که در تصحیح امتحان‌ها ما باید به استدلال‌ها و تجزیه و تحلیل و تفسیرهای منطقی نمره دهیم و برای جواب صحیحی که بدون استدلال می‌باشد باید کسری از نمره قائل شویم. بنابراین غالب امتحان‌های به شیوه سنتی میزان یادگیری فراگیران را نشان نمی‌دهد. برای ارزیابی یادگیری آن‌ها باید عامل‌های مختلفی را در نظر بگیریم. عامل‌هایی مثل یادگیری عمیق و مفهومی، مهارت‌های متفاوت حل مسئله، انسجام و تناسب مدل‌های ذهنی و... ردیش معتقد است برای اینکه مشخص شود دانش‌آموزان اطلاعات مربوطه را از راه‌های صحیح به دست آورده‌اند یا خیر، باید مسائل واقع بینانه‌تری به آن‌ها بدهیم. سوالاتی که مستقیماً با تجربیات دنیای واقعی مرتبط هستند، همچنین نباید آن‌ها را در حل مسائل زیاد راهنمایی کنیم تا مسیر دسترسی به داده های درخواستی برای آن‌ها کاملاً روشن باشد. (ردیش ۱۹۹۱)

۹. پیشنهادهای پژوهش

۱_ برای ایجاد درک صحیح از مفاهیم در ذهن دانش‌آموزان، متن کتاب‌های درسی باید به گونه‌ای تدوین شود که تجربیات یادگیری غنی را در اختیار فراگیران قرار دهد. به طوری که فراگیران را در موقعیتی فعال قرار داده و زمینه را برای فعالیت گروهی و تأمل در این فعالیت‌ها به منظور ایجاد ساختارهای ذهنی مورد نیاز برای درک مفاهیم ایجاد کند. همچنین استفاده از مثال‌های واقعی مرتبط با زندگی دانش‌آموزان در متن کتاب‌های درسی برای افزایش انگیزه دانش‌آموزان برای یادگیری مفاهیم ضروری است. بر اساس چارچوب نظری APOS، درک مفاهیم یک فرآیند پویا است. بنابراین برای ایجاد درک پویا از مفاهیم، باید مفاهیم را در محیط‌های مختلف در ارتباط با متغیرهای مختلف قرار داد. قرار دادن مفهوم در محیط‌های بسته منجر به درک کلیشه ای و محدودی از آن مفهوم می‌شود.

۲_ در ارزشیابی نباید به موفقیت نسبی فراگیران توجه کنیم؛ بلکه باید به استدلال های منطقی آنان توجه کنیم و برای جواب های صحیحی که از استدلال غلط ایجاد شده اند، نباید نمره ای داد. همین کار باعث توجه ویژه دانش‌آموزان به یادگیری صحیح مفاهیم خواهد شد.

۳_ جهت تدریس مفاهیم علمی باید از تاریخ علم نیز استفاده کنیم. این عمل از ایجاد کج‌فهمی‌ها های احتمالی که احتمال دارد در خلال تدریس برای دانش‌آموزان ایجاد شود، جلوگیری کرده و علم را از حالت معرفت ساکن که به علم پویا و زنده ای تبدیل می‌کند که در آن فراگیران با فعالیت کاملا صحیح به درک خود از مفهوم های گنجانده شده در کتب درسی دست می‌یابند.

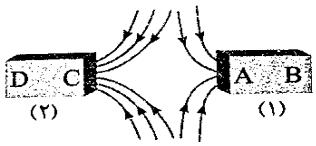
۴_ با نظر به این مطلب که بیشتر یادگیری فراگیران در کلاس‌های درس فیزیک در زمان حل مسائل و تمرین ها صورت می‌گیرد، واجب است که کتاب‌های کار مناسب بر مبنای رهیافت APOS برای تمرین دانش‌آموزان به جهت تقویت ساختارهای ذهنی ایجاد شده طراحی و تدوین شده و تا حد امکان دانش‌آموزان را به سمت استفاده از آن‌ها در زمان های فراغت و اضافی سوق دهیم.

۵_ با توجه به لزوم تغییر شیوه‌های آموزشی سنتی به جدید، و کاربرد چارچوب نظری رهیافت APOS برای طراحی و اجرای آموزش موثر، لازم است این چارچوب را در کلاس‌های ضمن خدمت به معلمان و آموزشگران آموزش داد. همچنین علاوه بر تشویق دبیران به مطالعه پیوسته کتب مرجع و کتاب‌های راهنمای تدریس و رفع ابهامات و کج‌فهمی های ناشی از مطالعه سطحی، رهیافت APOS یا چارچوب‌های دیگر آموزشی به آنان معرفی شود تا از آن‌ها استفاده کنند.

۱۰. تحلیل سوالات آزمون:

تحلیل سوال اول[۱]:

۱_ خط های میدان مغناطیسی بین دو آهنربا مطابق شکل مقابل است. قسمت **A** در آهنربای ۱ قطب ..... و قسمت **C** در آهنربای ۲ قطب ..... میباشد و آهنربای ۱ از آهنربای ۲ ..... است.



الف) **N , N**، ضعیف تر ب) **N , N**، قوی تر ج) **S , S**، ضعیف تر د) **S , S**، قوی تر

پاسخ صحیح این سوال گزینه ج است و پاسخ به این سوال در سطح عمل (**Action**) قرار دارد. نتایج آزمونها نشان می‌دهد که تعداد ۹۸ نفر از ۱۱۰ نفر آزمون دهنده به این سوال پاسخ صحیح دادند و تعداد ۷ نفر نیز پاسخ غلط به این سوال دادند. همچنین ۵ نفر از این تعداد نیز پاسخی به این سوال نداده اند.

شماره سوال	تعداد پاسخ صحیح و درصد آنها	تعداد پاسخ غلط و درصد آنها	تعداد پاسخ نزده و درصد آنها
سوال اول	تعداد: ۹۸ نفر درصد: ٪ ۹۰	تعداد: ۷ نفر درصد: ٪ ۶	تعداد: ۵ نفر درصد: ٪ ۴

تحلیل سوال دوم:

۲_ بار الکتریکی **q** با سرعت **v** وارد یک میدان مغناطیسی یکنواخت **B** می‌شود اگر جهت حرکت **v** و جهت میدان مغناطیسی در یک راستا نباشند و از طرف میدان، نیروی **F** بر بار وارد شود. کدام عبارت درست است؟

الف) **v** بر هر دو بردار **F** و **B** عمود است. ب) **F** بر هر دو بردار **v** و **B** عمود است.

ج) **B** بر هر دو بردار **F** و **v** عمود است. د) **v** و **B** و **F** همواره دو به دو بر یکدیگر عمودند.

پاسخ صحیح این سوال گزینه ب است و پاسخ به این سوال در سطح عمل (**Action**) قرار دارد. نتایج آزمون‌ها نشان می‌دهد که تعداد ۸۷ نفر از ۱۱۰ نفر آزمون دهنده به این سوال پاسخ صحیح دادند و تعداد ۱۶ نفر نیز پاسخ غلط به این سوال دادند. همچنین ۷ نفر از این تعداد نیز پاسخی به این سوال نداده اند.

شماره سوال	تعداد پاسخ صحیح و درصد آنها	تعداد پاسخ غلط و درصد آنها	تعداد پاسخ نزده و درصد آنها
سوال دوم	تعداد: ۸۷ نفر درصد: ٪ ۷۹	تعداد: ۱۶ نفر درصد: ٪ ۱۴	تعداد: ۷ نفر درصد: ٪ ۷

[۱] گزینه صحیح هر سوال در کنار آن با علامت مشخص شده است.

تحلیل سوال سوم:

۳_ در کدام یک از گزینه های زیر همه مواد جزء مواد فرومغناطیس نرم هستند؟			
الف) فولاد، مس، نقره	ب) آهن، فولاد ، مس	ج) نیکل، کبالت، آهن	د) مس ، نقره، اورانیم

پاسخ صحیح این سوال گزینه ج است و پاسخ به این سوال در سطح عمل (**Action**) قرار دارد. نتایج آزمون‌ها نشان می‌دهد که تعداد ۷۲ نفر از ۱۱۰ نفر آزمون دهنده به این سوال پاسخ صحیح دادند و تعداد ۳۶ نفر نیز پاسخ غلط به این سوال دادند. همچنین ۲ نفر از این تعداد نیز پاسخی به این سوال نداده اند.

شماره سوال	تعداد پاسخ صحیح و درصد آنها	تعداد پاسخ غلط و درصد آنها	تعداد پاسخ نزده و درصد آنها
سوال سوم	تعداد: ۷۲ نفر درصد: ٪ ۶۵	تعداد: ۳۶ نفر درصد: ٪ ۳۲	تعداد: ۲ نفر درصد: ٪ ۲

تحلیل سوال چهارم:

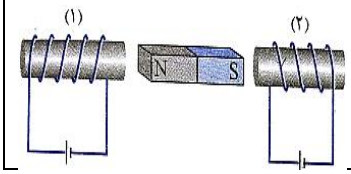
۴_ تسلا (**T**) یکای میدان مغناطیسی ، معادل کدامیک از گزینه های زیر است؟			
الف) $\frac{N}{C.m.s}$	ب) $\frac{N.C}{m.s}$	ج) $\frac{N}{A.s}$	د) $\frac{\mathbf{N}}{\mathbf{A.m}}$

پاسخ صحیح این سوال گزینه د است و پاسخ به این سوال در سطح فرآیند (**Process**) قرار دارد. نتایج آزمون‌ها نشان می‌دهد که تعداد 85 نفر از ۱۱۰ نفر آزمون دهنده به این سوال پاسخ صحیح دادند و تعداد 16 نفر نیز پاسخ غلط به این سوال دادند. همچنین 9 نفر از این تعداد نیز پاسخی به این سوال نداده اند.

شماره سوال	تعداد پاسخ صحیح و درصد آنها	تعداد پاسخ غلط و درصد آنها	تعداد پاسخ نزده و درصد آنها
سوال چهارم	تعداد: ۸۵ نفر درصد: ٪ ۷۷	تعداد: ۱۶ نفر درصد: ٪ ۱۴	تعداد: ۹ نفر درصد: ٪ 9

تحلیل سوال پنجم:

۵_ در شکل مقابل، نیرویی که آهنربا به سیملوله های ۱ و ۲ وارد می‌کند به ترتیب چگونه است؟



الف) ربایشی – ربایشی ☐ ب) ربایشی – رانشی ج) رانشی – رانشی د) رانشی – ربایشی

پاسخ صحیح این سوال گزینه ب است و پاسخ به این سوال در سطح فرآیند (**Process**) قرار دارد. نتایج آزمون‌ها نشان می‌دهد که تعداد ۷۱ نفر از ۱۱۰ نفر آزمون دهنده به این سوال پاسخ صحیح دادند و تعداد ۳۴ نفر نیز پاسخ غلط به این سوال دادند. همچنین ۵ نفر از این تعداد نیز پاسخی به این سوال نداده اند.

شماره سوال	تعداد پاسخ صحیح و درصد آنها	تعداد پاسخ غلط و درصد آنها	تعداد پاسخ نزده و درصد آنها
سوال پنجم	تعداد: ۷۱ نفر	تعداد: ۳۴ نفر	تعداد: ۵ نفر
	درصد: ٪ ۶۴	درصد: ٪ ۳۱	درصد: ٪ ۵

تحلیل سوال ششم:

۶_ در مکانی که میدان مغناطیسی یکنواخت $0.04\ \mathrm{T}$ وجود دارد، ذره ای با بار الکتریکی $-50\mu\mathrm{C}$ و تندی $200\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ از شرق به غرب در حرکت است، اگر خطوط میدان مغناطیسی افقی و جهت آن از جنوب به شمال باشد، نیروی الکترومغناطیسی وارد بر ذره چند نیوتن است و جهت این نیرو به کدام سمت می‌باشد؟

الف) 2×10^{-3} شمال ب) 2×10^{-3} جنوب ☐ ج) 4×10^{-4} بالا د) 4×10^{-4} پایین

پاسخ صحیح این سوال گزینه ج است و پاسخ به این سوال در سطح فرآیند (**Process**) قرار دارد. نتایج آزمون‌ها نشان می‌دهد که تعداد ۸۵ نفر از ۱۱۰ نفر آزمون دهنده به این سوال پاسخ صحیح دادند و تعداد ۲۱ نفر نیز پاسخ غلط به این سوال دادند. همچنین ۴ نفر از این تعداد نیز پاسخی به این سوال نداده اند.

شماره سوال	تعداد پاسخ صحیح و درصد آنها	تعداد پاسخ غلط و درصد آنها	تعداد پاسخ نزده و درصد آنها
سوال ششم	تعداد: ۸۵ نفر	تعداد: ۲۱ نفر	تعداد: ۴ نفر
	درصد: ٪ ۷۷	درصد: ٪ ۱۹	درصد: ٪ ۴

تحلیل سوال هفتم:

۷_ بزرگی میدان مغناطیسی یکنواختی $5 \times 10^{-3}\ \mathrm{T}$ و جهت آن از جنوب به شمال است. از یک سیم راست افقی، جریان 20 A در جهت غرب به شرق می‌گذرد. بر قسمتی از این سیم به طول **2m** چند نیوتن نیرو وارد می‌شود و جهت این نیرو به کدام سمت است؟

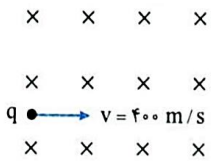
الف) ۰,۲ بالا ب) ۰,۲ پایین ج) ۰,۱ بالا د) ۰,۱ پایین

پاسخ صحیح این سوال گزینه الف است و پاسخ به این سوال در سطح فرآیند (**Process**) قرار دارد. نتایج آزمون‌ها نشان می‌دهد که تعداد ۶۹ نفر از ۱۱۰ نفر آزمون دهنده به این سوال پاسخ صحیح دادند و تعداد ۳۷ نفر نیز پاسخ غلط به این سوال دادند. همچنین ۴ نفر از این تعداد نیز پاسخی به این سوال نداده اند.

شماره سوال	تعداد پاسخ صحیح و درصد آنها	تعداد پاسخ غلط و درصد آنها	تعداد پاسخ نزده و درصد آنها
سوال هفتم	تعداد: ۶۹ نفر درصد: ٪ ۶۳	تعداد: ۳۷ نفر درصد: ٪ ۳۳	تعداد: ۴ نفر درصد: ٪ ۴

تحلیل سوال هشتم:

۸_ مطابق شکل ذره ای با بار $q = 5\mu C$ را با تندی $400\ \frac{m}{s}$ در میدان مغناطیسی 1000 G پرتاب کرده ایم و یک میدان الکتریکی از انحراف ذره جلوگیری کرده است. جهت این میدان الکتریکی به کدام سمت است و اندازه آن چقدر است؟



الف) $\mathbf{40}\ \frac{\mathbf{N}}{\mathbf{C}}$ ، بالا ب) $\mathbf{40}\ \frac{\mathbf{N}}{\mathbf{C}}$ ، پایین ج) $\mathbf{8}\ \frac{\mathbf{N}}{\mathbf{C}}$ ، بالا د) $\mathbf{8}\ \frac{\mathbf{N}}{\mathbf{C}}$ ، پایین

پاسخ صحیح این سوال گزینه ب است و پاسخ به این سوال در سطح شیء (**Object**) قرار دارد. نتایج آزمون‌ها نشان می‌دهد که تعداد ۴۹ نفر از ۱۱۰ نفر آزمون دهنده به این سوال پاسخ صحیح دادند و تعداد ۴۷ نفر نیز پاسخ غلط به این سوال دادند. همچنین ۱۴ نفر از این تعداد نیز پاسخی به این سوال نداده اند.

شماره سوال	تعداد پاسخ صحیح و درصد آنها	تعداد پاسخ غلط و درصد آنها	تعداد پاسخ نزده و درصد آنها
سوال هشتم	تعداد: ۴۹ نفر درصد: ٪ ۴۵	تعداد: ۴۷ نفر درصد: ٪ ۴۲	تعداد: ۱۴ نفر درصد: ٪ ۱۳

تحلیل سوال نهم:

۹_ می‌خواهیم سیم لوله ای بسازیم که وقتی جریان 2 A از آن می‌گذرد، میدان مغناطیسی 0.012 T داخل آن برقرار شود. در هر سانتی متر سیملوله چند دور سیم لازم است؟ $(\mu_0 = 12 \times 10^{-7} \frac{\mathrm{T.m}}{\mathrm{A}})$

الف) ۲۰ ب) ۵۰ ج) ۲۰۰ د) ۵۰۰

پاسخ صحیح این سوال گزینه ب است و پاسخ به این سوال در سطح شیء (**Object**) قرار دارد. نتایج آزمون‌ها نشان می‌دهد که تعداد ۵۱ نفر از ۱۱۰ نفر آزمون دهنده به این سوال پاسخ صحیح دادند و تعداد ۴۴ نفر نیز پاسخ غلط به این سوال دادند. همچنین ۱۵ نفر از این تعداد نیز پاسخی به این سوال نداده اند.

شماره سوال	تعداد پاسخ صحیح و درصد آنها	تعداد پاسخ غلط و درصد آنها	تعداد پاسخ نزده و درصد آنها
سوال نهم	تعداد: ۵۱ نفر	تعداد: ۴۴ نفر	تعداد: ۱۵ نفر
	درصد: ۴۶ ٪	درصد: ۴۰ ٪	درصد: ۱۴ ٪

تحلیل سوال دهم:

۱۰_ با سیمی به طول 8 m یک سیملوله به شعاع 1 cm می سازیم و جریان 5 A را از آن عبور می‌دهیم، اگر طول سیملوله 20 cm باشد بزرگی میدان مغناطیسی در مرکز آن چند گاوس است؟ $(\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{\mathrm{T.m}}{\mathrm{A}})$

الف) ۴ ب) 4π ج) **۴۰** د) 40π

پاسخ صحیح این سوال گزینه ج است و پاسخ به این سوال در سطح شیء (**Object**) قرار دارد. نتایج آزمون‌ها نشان می‌دهد که تعداد ۴۲ نفر از ۱۱۰ نفر آزمون دهنده به این سوال پاسخ صحیح دادند و تعداد ۳۸ نفر نیز پاسخ غلط به این سوال دادند. همچنین ۳۰ نفر از این تعداد نیز پاسخی به این سوال نداده اند.

شماره سوال	تعداد پاسخ صحیح و درصد آنها	تعداد پاسخ غلط و درصد آنها	تعداد پاسخ نزده و درصد آنها
سوال دهم	تعداد: ۴۲ نفر	تعداد: ۳۸ نفر	تعداد: ۳۰ نفر
	درصد: ۳۸ ٪	درصد: ۳۴ ٪	درصد: ۲۸ ٪

تحلیل سوال یازدهم:

۱۱_ با استفاده از سیمی به طول 16 m و قطر مقطع 2 mm سیملوله ای با شعاع حلقه 1 cm درست می‌کنیم. اگر این سیملوله را به اختلاف پتانسیل 2V وصل کنیم. میدان مغناطیسی درون سیملوله برابر با چند گاوس می‌شود؟

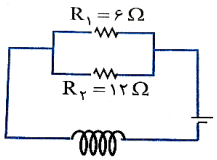
و $5 \times 10^{-8}\ \Omega.\mathrm{m}$ و مقاومت ویژه سیم $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\ \frac{\mathrm{T.m}}{\mathrm{A}}$) ($\pi^2 = 10$)
الف) ۱۰۰ ب) $100\ \pi$ ج) ۵۰ د) $50\ \pi$

پاسخ صحیح این سوال گزینه ج است و پاسخ به این سوال در سطح طرحواره (**Schema**) قرار دارد. نتایج آزمون‌ها نشان می‌دهد که تعداد ۲۱ نفر از ۱۱۰ نفر آزمون دهنده به این سوال پاسخ صحیح دادند و تعداد ۵۵ نفر نیز پاسخ غلط به این سوال دادند. همچنین ۳۴ نفر از این تعداد نیز پاسخی به این سوال نداده اند.

شماره سوال	تعداد پاسخ صحیح و درصد آنها	تعداد پاسخ غلط و درصد آنها	تعداد پاسخ نزده و درصد آنها
سوال یازدهم	تعداد: ۲۱ نفر	تعداد: ۵۵ نفر	تعداد: ۳۴ نفر
	درصد: ٪ ۱۹	درصد: ٪ ۵۰	درصد: ٪ ۳۱

تحلیل سوال دوازدهم:

۱۲_ در شکل زیر توان مصرفی مقاومت R_1 برابر 24 W است. اگر سیملوله در هر متر ۱۰۰۰ دور حلقه داشته باشد، میدان مغناطیسی در داخل سیملوله چند تسلا است؟ ($\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\ \frac{\mathrm{T.m}}{\mathrm{A}}$)
الف) $1.2\pi \times 10^{-3}$ ب) $1.2\pi \times 10^{+4}$ ج) $8\pi \times 10^{-3}$ د) $4\pi \times 10^{+4}$

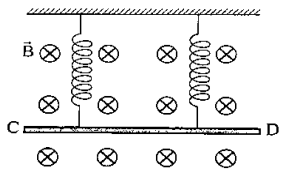


پاسخ صحیح این سوال گزینه الف است و پاسخ به این سوال در سطح طرحواره (**Schema**) قرار دارد. نتایج آزمون‌ها نشان می‌دهد که تعداد ۲۹ نفر از ۱۱۰ نفر آزمون دهنده به این سوال پاسخ صحیح دادند و تعداد ۴۹ نفر نیز پاسخ غلط به این سوال دادند. همچنین ۳۲ نفر از این تعداد نیز پاسخی به این سوال نداده اند.

شماره سوال	تعداد پاسخ صحیح و درصد آنها	تعداد پاسخ غلط و درصد آنها	تعداد پاسخ نزده و درصد آنها
سوال دوازدهم	تعداد: ۲۹ نفر	تعداد: ۴۹ نفر	تعداد: ۳۲ نفر
	درصد: ٪ ۲۶	درصد: ٪ ۴۵	درصد: ٪ ۲۹

تحلیل سوال سیزدهم:

۱۳_ مطابق شکل ، میله CD به جرم 160 g و طول 80 cm به دو فنر مشابه آویخته شده است و در یک میدان مغناطیسی یکنواخت با اندازه 0.4 T قرار دارد. از میله جریان چند آمپر و در چه جهتی عبور کند تا از طرف میله بر فنرها نیرویی وارد نشود؟



الف) 5A و از C به طرف D ب) 2A و از C به طرف D ج) 5A و از D به طرف C د) 2A و از D به طرف C

پاسخ صحیح این سوال گزینه الف است و پاسخ به این سوال در سطح طرحواره (**Schema**) قرار دارد. نتایج آزمون‌ها نشان می‌دهد که تعداد ۲۸ نفر از ۱۱۰ نفر آزمون دهنده به این سوال پاسخ صحیح دادند و تعداد ۵۴ نفر نیز پاسخ غلط به این سوال دادند. همچنین ۲۸ نفر از این تعداد نیز پاسخی به این سوال نداده اند.

شماره سوال	تعداد پاسخ صحیح و درصد آنها	تعداد پاسخ غلط و درصد آنها	تعداد پاسخ نزده و درصد آنها
سوال سیزدهم	تعداد: ۲۸ نفر	تعداد: ۵۴ نفر	تعداد: ۲۸ نفر
	درصد: ٪ ۲۵	درصد: ٪ ۵۰	درصد: ٪ ۲۵

جدول۶ اطلاعات حاصل از گردآوری داده ها به تفکیک سوال

شماره سوال	سطح APOS	نوع پاسخ	تعداد افراد	درصد
1	عمل	درست	۹۸	٪ ۹۰
		غلط و نزده	۱۲	٪ ۱۰
2	عمل	درست	۸۷	٪ ۷۹
		غلط و نزده	۲۳	٪ ۲۱
3	عمل	درست	۷۲	٪ ۶۵
		غلط و نزده	۳۸	٪ ۳۵
4	فرآیند	درست	۸۵	٪ ۷۷
		غلط و نزده	۲۵	٪ ۲۳
5	فرآیند	درست	۷۱	٪ ۶۴
		غلط و نزده	۳۹	٪ ۳۶
6	فرآیند	درست	۸۵	٪ ۷۷
		غلط و نزده	۲۵	٪ ۲۳
		درست	۶۹	٪ ۶۳

7	فرآیند	غلط و نزده	۴۱	٪ ۳۷
8	شیء	درست	۴۹	٪ ۴۵
		غلط و نزده	۶۱	٪ ۵۵
9	شیء	درست	۵۱	٪ ۴۶
		غلط و نزده	۵۹	٪ ۵۴
10	شیء	درست	۴۲	٪ ۳۸
		غلط و نزده	۶۸	٪ ۶۲
11	طرحواره	درست	۲۱	٪ ۱۹
		غلط و نزده	۸۹	٪ ۸۱
12	طرحواره	درست	۲۹	٪ ۲۶
		غلط و نزده	۸۱	٪ ۷۴
13	طرحواره	درست	۲۸	٪ ۲۵
		غلط و نزده	۸۲	٪ ۷۵

جدول۷ اطلاعات حاصل از گردآوری داده ها به تفکیک نوع مدرسه

شماره سوال	سطح APOS	نوع پاسخ	مدارس نمونه دولتی	مدارس عادی
1	عمل	درست	٪ ۹۱	٪ ۸۹
		غلط و نزده	٪ ۹	٪ ۱۱
2	عمل	درست	٪ ۸۴	٪ ۷۴
		غلط و نزده	٪ ۱۶	٪ ۲۶
3	عمل	درست	٪ ۶۷	٪ ۶۳
		غلط و نزده	٪ ۳۳	٪ ۳۷
4	فرآیند	درست	٪ ۷۷	٪ ۷۷
		غلط و نزده	٪ ۲۳	٪ ۲۳
5	فرآیند	درست	٪ ۷۰	٪ ۵۸
		غلط و نزده	٪ ۳۰	٪ ۴۲
6	فرآیند	درست	٪ ۷۶	٪ ۷۸
		غلط و نزده	٪ ۲۴	٪ ۲۲

7	فرآیند	درست	٪ ۷۱	٪ ۵۵
		غلط و نزده	٪ ۲۹	٪ ۳۵
8	شیء	درست	٪ ۴۷	٪ ۴۳
		غلط و نزده	٪ ۵۳	٪ ۵۷
9	شیء	درست	٪ ۵۰	٪ ۴۲
		غلط و نزده	٪ ۵۰	٪ ۵۸
10	شیء	درست	٪ ۳۸	٪ ۳۸
		غلط و نزده	٪ ۶۲	٪ ۶۲
11	طرحواره	درست	٪ ۲۳	٪ ۱۵
		غلط و نزده	٪ ۷۷	٪ ۸۵
12	طرحواره	درست	٪۳۳	٪ ۱۹
		غلط و نزده	٪ ۶۷	٪ ۸۱
13	طرحواره	درست	٪ ۲۶	٪ ۲۴
		غلط و نزده	٪ ۷۴	٪ ۷۶

همانطور که در جدول۷ مشخص است، وضعیت دانش‌آموزان مدارس نمونه دولتی بهتر از دانش‌آموزان مدرسه عادی است. تجزیه و تحلیل داده ها حاکی از آن است که درصد دانش‌آموزانی که در مدارس نمونه دولتی به سطوح بالاتر درک و یادگیری رسیده اند، بیشتر است.

جدول۸ نتایج تعیین سطح دانش‌آموزان از مفهوم مغناطیس براساس نظریه APOS

سطوح نظریه APOS	نوع پاسخ	فراوانی دانش‌آموزان برحسب تعداد	فراوانی دانش‌آموزان برحسب درصد
عمل (۳ سوال)	درست	۲۵۷	٪ ۷۸
	غلط	۵۹	٪ ۱۸
	نزده	۱۴	٪ ۴
فرآیند (۴ سوال)	درست	۳۱۰	٪ ۷۰
	غلط	۱۰۸	٪ ۲۵
	نزده	۲۲	٪ ۵
	درست	۱۴۲	٪ ۴۳

شیء (۳ سوال)	غلط	۱۲۹	٪ ۳۹
	نزده	۵۹	٪ ۱۸
طرحواره (۳ سوال)	درست	۷۸	٪ ۲۳
	غلط	۱۵۸	٪ ۴۸
	نزده	۹۴	٪ ۲۹

این نتایج با تعیین سوالات با سطوح یکسان و میانگین‌گیری بین آنها به دست آمده است که در جدول فوق نیز قابل مشاهده است. بر اساس نتایج آزمون، ۷۸ درصد از دانش‌آموزان به سؤالات سطح عمل پاسخ صحیح دادند. همچنین ۷۰ درصد دانش‌آموزان به سؤالات سطح فرآیند به درستی پاسخ دادند. از سوی دیگر، ۴۳ درصد از دانش‌آموزان نیز به سؤالات در سطح شی به درستی پاسخ دادند. در نهایت ۲۳ درصد دانش‌آموزان توانسته اند طرحواره مناسبی از بحث مغناطیس در ذهن خود شکل دهند.

تجزیه و تحلیل داده ها در رهیافت APOS حاکی از آن است که بخش عمده ای از دانش‌آموزان در سطح عمل و فرآیند قرار گرفته اند و عده ای کمتر هم در سطح شیء قرار دارند و تعداد محدودی نیز تا حد طرحواره پیش رفته اند.

با مقایسه آمار و نتایج این تحقیق با تحقیقات مشابه می‌توان نتیجه گرفت که این تحقیق با مطالعات قبلی همسو بوده و تاییدی بر آمار و ارقام آنها می‌باشد. این بررسی ها نشان می‌دهد که هنوز راه حلی برای این مشکلات پیدا نشده است و دانش‌آموزان از نظر آموزشی هنوز به سطوح بالاتری از یادگیری نرسیده اند و اغلب مطالب را حفظ می‌کنند یا به صورت کاملا سطحی یاد می‌گیرند. این آمار می‌تواند هشداری برای نویسندگان و معلمان کتاب های درسی باشد، زیرا نتایج تحلیل نشان می‌دهد که تعداد زیادی از دانش‌آموزان در مقطع ابتدایی هستند و مفاهیم را عمیق و دقیق یاد نمی‌گیرند. و این ضعف ممکن است ناشی از فقدان کتاب‌های درسی استاندارد، ضعف معلمان در تدریس، عدم علاقه دانش‌آموزان، عدم آگاهی دانش‌آموزان از نحوه صحیح مطالعه و تفکر در مورد مسائل و موضوعات پیرامون، حفظ طوطی وار باشد. کتاب‌های درسی، کنکور و فشارها. نتیجه آزمون‌های غیر استاندارد یا استفاده از روش‌های سنتی در تدریس توسط معلمان است.

۱۱. بحث و نتیجه گیری

در این بخش که حاصل تحقیق است سعی شده است نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل اطلاعات آماری و همچنین روش APOS به عنوان پیامدهای آموزشی در نظر گرفته شود. در این قسمت علاوه بر ارائه پاسخ‌های مختصر به سؤالات پژوهشی مطرح شده در ابتدای تحقیق، پیشنهاداتی برای برنامه ریزان درسی فیزیک ارائه شده است. این پیشنهادها می‌تواند راهکارهایی برای بهبود آموزش فیزیک در دوره متوسطه باشد.

۱۲. پاسخ به سوالات تحقیق

در این قسمت از نتیجه‌گیری سعی شده است به سوالات مطرح شده در این تحقیق پاسخ های مختصری ارائه شود. پاسخ به این سوالات با توجه به نتایج حاصل از ارزیابی داده های این تحقیق به شرح زیر است:

۱۲-۱ پرسش اول : توزیع فراوانیِ سطوح یادگیریِ دانش‌آموزان از مفهوم مغناطیس بر اساس چارچوب نظری APOS چگونه است ؟

در تجزیه و تحلیل نتایج این تحقیق، مشخص شد که اکثر دانش‌آموزان مفهوم مغناطیس را در سطح عمل یا فرآیند درک کرده‌اند و تعداد کمتری از آن‌ها قادر به تشکیل شیء مغناطیس هستند و در سطح طرحواره، نیز این آمار حداقل است.

بر اساس نتایج آزمون به طور متوسط ۷۸ درصد از دانش‌آموزان با مراجعه به حافظه و تعاریف ارائه شده به ذهن به سؤالات سطح عمل پاسخ صحیح دادند. و ۷۰ درصد دانش‌آموزان به سؤالات سطح فرآیندی که نیاز به تأمل در اعمال و ترکیب آن‌ها و داشتن ساختار درونی بدون نیاز به محرک‌های بیرونی دارد، به درستی پاسخ دادند. به عنوان مثال، اگر این تعریف در متن کتاب درسی برجسته شده باشد یا در کادر درج شود، دانش‌آموزان به سؤالات تعریف پاسخ می‌دهند. و اگر نکات مختلف یک مفهوم در قسمت‌های مختلف متن کتاب درسی یا به صورت تمرین یا مثال باشد، نمی‌توانند نکات را استخراج و دسته بندی کنند و یا از رابطه بین آن دو استفاده نمی‌کنند. برخی از آن‌ها در پاسخ به سؤالات حل کردنی تا مرحله قرار دادن اعداد در روابط به خوبی پیشرفت می‌کنند، اما در محاسبه اعداد توانی یا نماد علمی مشکل دارند که نشان می‌دهد آنها از روند به صورت کلی آگاه هستند، اما در ترکیب آن‌ها با اقدامات دیگر نمی‌توانند این کار را انجام دهند و برخی دیگر تا حد دانستن تعریف به سؤالات پاسخ می‌دهند، اما نمی‌توانند این تعاریف را به صورت مثالی تحلیل و تفسیر کنند.

۴۳ درصد از دانش‌آموزان نیز به سوالات در سطح شی به درستی پاسخ دادند. اولین نکته ای که از این نتایج به دست می‌آید این است که عملکرد دانش‌آموزان در پاسخگویی به سؤالات روتین و الگوریتمی بهتر از عملکرد آن‌ها در پاسخ به سؤالات مفهومی است و سؤالاتی که نیاز به قدرت تصویر ذهنی، تحلیل، تفسیر و سپس نتیجه‌گیری از آنچه که در مورد مفاهیم وجود دارد و حل سؤالات حل کردنی که نیاز به ترکیب اعمال و فرآیندهای مختلف و برقراری ارتباط صحیح و منطقی با مفاهیم مرتبط با مغناطیس مانند میدان مغناطیسی و نیروی مغناطیسی دارند دچار مشکل می‌شوند.

و در نهایت ۲۳ درصد دانش‌آموزان توانسته اند طرحواره مناسبی از مغناطیس را در ذهن خود شکل دهند. آن‌ها این توانایی را دارند که از این طرحواره شکل گرفته در ذهن خود برای یادگیری مفاهیم مرتبط استفاده کنند.

دانش‌آموزانی که طرحواره مفهومی در ذهن خود دارند می‌دانند که در هر مرحله چه سوالاتی را باید از خود بپرسند. آن‌ها سؤالاتی را که در ذهنشان ایجاد می‌شود بر اساس یک مدل ذهنی مرتب می‌کنند و به ترتیب به آنها پاسخ می‌دهند و همچنین می‌دانند که چگونه الزاماتی را که برای پاسخ به سؤال می‌دانند تغییر داده یا ترکیب کنند تا به پاسخ مناسب دست یابند.

۱۲-۲ پرسش دوم : کتاب درسی فیزیک پایه یازدهم در مبحث مغناطیس به توجه به رهیافت APOS تا چه سطح یادگیری طراحی شده است؟

مبحث مغناطیس در کتاب درسی فیزیک پایه یازدهم شامل ۲۵ صفحه است. در این کتاب علاوه بر شرح مفاهیم، ۴ مثال حل شده با ۱۴ تمرین و پرسش و ۷ فعالیت در متن درس وجود دارد. ضمن اینکه در پایان فصل نیز ۲۳ سوال مطرح شده است. در ادامه، جدول فراوانی سطح مثال‌های حل شده، تمرین‌های مطرح شده در متن کتاب و همچنین تمرین‌های پایان فصل بر اساس چارچوب نظری APOS در جدول آورده شده است.

جدول۹ فراوانی سطح تمرینها داخل متن، سوالات حل شده و تمرین‌های پایان فصل بر اساس چارچوب APOS

نوع فعالیت	عمل	فرایند	شیء	طرحواره
مثال‌های حل شده	۲	۲	-	-
پرسش‌ها و تمرین‌های متن	۳	۵	۵	۱
تمرین‌های پایان فصل	۸	۷	۴	۴
مجموع	۱۳	۱۴	۹	۵

همان‌طور که از جدول۹ مشخص است، سطح مسائل و تمرین‌های کتاب درسی بیشتر در سطح فرآیند است و مسائل کمتری در سطح شی یا طرحواره وجود دارد. مسائلی که در سطح فرآیند طراحی می‌شوند نیز غالباً الگوریتمی هستند و دانش‌آموزان می‌توانند بدون نیاز به تأمل، استدلال و تحلیل و تنها با ترکیب دو یا چند عمل مختلف و قرار دادن مقادیر اولیه در فرمول های مربوطه به آن‌ها پاسخ دهند. در واقع می‌توان گفت که دانش‌آموزان برای پاسخگویی به این تمرین ها به دانش و درک بیشتری از ریاضیات و ترکیب اعمال نیاز دارند تا درک بالایی از مفاهیم فیزیکی.

بنابراین، این مسائل نمی‌توانند به توسعه درک دانش‌آموزان از سطح فرآیند به سطح شی کمک کند، زیرا توسعه درک دانش‌آموزان از فرآیند به شیء، مستلزم تأمل در فرآیند و انجام یک عمل یا فرآیند بر روی آن است. تعداد کمی از مسائل مطرح شده در سطح شی یا طرحواره مسائلی هستند که به دنیای بیرون و تجربیات واقعی فراگیران مربوط نمی‌شوند. بنابراین برای فراگیران آموزنده نیست. طبق چارچوب APOS، اگرچه عمل پایین‌ترین سطح برای یادگیری یک مفهوم در نظر گرفته می‌شود، اما درک آن برای یادگیری هر مفهومی ضروری است. زیرا فرآیندها از درونی شدن عمل‌ها و اشیا از جمع فرآیندها و طرحواره ها از تعامل عمل‌ها، فرآیندها و اشیا حاصل می‌شوند. در مثال‌های حل شده در متن کتاب، مدل یادگیری APOS در نظر گرفته نشده است.

در کتاب درسی، هیچ موقعیت یادگیری که منجر به توسعه درک فراگیران از مفاهیم بر اساس چارچوب APOS شود، وجود ندارد. بنابراین می‌توان گفت که متن کتاب اعم از شرح درس، تمرین‌ها، مسائل حل شده و تمرین های پایان فصل به گونه‌ای طراحی نشده که از رشد مفاهیم در ذهن دانش‌آموزان حمایت کند. به نظر می‌رسد اصلاح کتاب‌های درسی برای رشد صحیح مفاهیم در ذهن دانش‌آموزان بر اساس چارچوب APOS ضروری است و نویسندگان کتب درسی باید آن را مدنظر قرار دهند.

۳-۱۲ پرسش سوم: میان سطح تدوین کتاب درسی با سطح یادگیری دانش‌آموزان در مبحث مغناطیس ارتباط معناداری وجود دارد؟

در بخش عمل و فرآیند، بین سطح تالیف کتاب درسی و میزان یادگیری مفاهیم مغناطیس توسط دانش‌آموزان ارتباط منطقی و معناداری وجود دارد. بر اساس چارچوب نظری APOS، یادگیری موثر زمانی صورت می‌گیرد که یادگیرنده بتواند با انجام

فعـالیـت هـای یادگیری گام به گام در یک زمینه اجتماعی و تعاملی و تامل در ذهن خود ســـاختارهای ذهنی طرحواره عمل، فرآیند، شی و مفهوم را در ذهن خود شکل دهد و از این فعالیت‌ها و داده‌ها بتواند در موقعیت های آشنا و ناآشنا استفاده کند.

در صورتی که موقعیت‌های یادگیری مناسب به گونه‌ای در کتاب گنجانده شود که دانش‌آموزان درگیر این فعالیت‌ها شوند و در حین کار گروهی و در یک محیط تعاملی بتوانند تجربیات یادگیری مناسبی برای شکل گیری و توسعه ساختارهای ذهنی برای درک مفاهیم کسـب کنند. یادگیری مؤثر صـورت می‌گیرد در یک کتاب درسی خوب، فعالیت های یادگیری باید به گونه ای طراحی شـود که یادگیری یک مفهوم جدید با انجام یک عمل بر روی اشـیاء شناخته شده قبلی آغاز شود، سپس با تکرار و تأمل در مراحل انجام عمل، عمل درونی شـود. و درک جامع به سـطح فرآیند ارتقا می یابد. با تأمل در فرآیند و فشـرده سازی آن، می‌توان درک جامع را از سـطح فرآیند به سطح شی ارتقا داد. همچنین فعالیت های یادگیری باید طوری طراحی شود که یادگیرنده بتواند یک مفهوم را در موقعیت های مختلف در کنار سـایر مفاهیم مرتبط با آن استفاده کند. بدین ترتیب طرحواره ای منســـجم از یک مفهوم در ذهن جامع ایجاد می‌شـــود. این طرحواره همچنین زمینه ای را برای یادگیری مفاهیم جدید و همچنین نحوه مواجهه فرد با موقعیت ها و مسائل مختلف فراهم میکند.

جدول۱۰ ارتباط بین سطح تدوین کتاب تدریس و میزان پاسخگویی دانش‌آموزان

عنوان بحث	سطح یادگیری طبق بلوم	سطح یادگیری طبق APOS	سطح سوال طرح شده	میزان پاسخگویی
مفاهیم مغناطیس و میدان مغناطیسی و ویژگی خطوط میدان مغناطیسی	کاربرد	فرآیند	فرآیند	٪۷۰
نیروی مغناطیسی وارد بر ذره باردار متحرک در میدان مغناطیسی	ارزشیابی	طرحواره	طرحواره	٪۲۵
نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی	ارزشیابی	طرحواره	طرحواره	٪۲۴
میدان مغناطیسی حاصل از سیم بلند حامل جریان	کاربرد	فرآیند	فرآیند	٪۷۳
میدان مغناطیسی حاصل از حلقه دایره ای حامل جریان (پیچه)	درک	عمل	بدلیل حذف این قسمت از کتاب رشته تجربی و برای هماهنگی سوالات از این قسمت سوالی طرح نشد.	
میدان مغناطیسی حاصل از سیم بلند حامل جریان	ترکیب	شیء	شیء	٪۴۳
ویژگی های مغناطیسی مواد	کاربرد	فرآیند	فرآیند	٪۷۹

۴-۱۲ پرسش چهارم: یک ماده آموزشی خوب همچون کتاب درسی بر اساس رهیافت APOS چه ساختاری باید داشته باشد؟

یک ماده آموزشی خوب باید منجر به ایجاد و توسعه مفاهیم در ذهن فراگیران بر اساس چارچوب APOS شود. یعنی مطالب آموزشی باید به گونه ای طراحی شود که یادگیری یک مفهوم جدید با انجام یک عمل بر روی اشیاء شناخته شده قبلی آغاز شود، سپس با تکرار آن اعمال و تأمل در مراحل انجام عمل، عمل درونی و درک جامع شود. به سطح فرآیند ارتقا می یابد. با تأمل در فرآیند و فشرده سازی آن، می‌توان درک جامع را از سطح فرآیند به سطح شی ارتقا داد.

در نهایت، مطالب آموزشی باید به‌گونه ای طراحی شود که دانش‌آموز بتواند از یک مفهوم در موقعیت‌های مختلف در کنار سایر مفاهیم مرتبط با آن استفاده کند، در این صورت درک یادگیرنده به سطح طرحواره ارتقا می‌یابد، بنابراین یک طرحواره منسجم از یک مفهوم در ذهن فراگیر ایجاد می‌شود. یک ماده آموزشی خوب باید بتواند طرحواره ای منسجم از مفاهیم مرتبط را در ذهن دانش‌آموزان ایجاد کند. این طرحواره زمینه ای را برای یادگیری مفاهیم جدید و همچنین نحوه مواجهه فرد با موقعیت ها و مسائل مختلف فراهم می‌کند.

۱۳. محدودیت‌های تحقیق

در طی فرآیند تحقیق و برگزاری آزمون و ... محدودیت هایی بر سر راه محقق وجود داشت که به طور مختصر به تعدادی از آن‌ها اشاره می‌شود:

۱_ به دلیل عدم همکاری مدیران آموزش و پرورش منطقه، مدیران برخی مدارس و معلمان بعضی از مدارس از جمله دبیرستان های دخترانه موجود در منطقه، امکان برگزاری آزمون در این مدارس وجود نداشت، بنابراین نمونه مورد مطالعه تنها به تعداد ۱۱۰ نفر از ۴ مدرسه ی نمونه دولتی پسرانه خواجه نصیرالدین طوسی، نمونه دولتی دخترانه دارالفنون، مدرسه عادی پسرانه شهید موسوی و مدرسه عادی دخترانه توحید محدود گردید. لذا نمی‌توان نتایج این تحقیق را به کل جامعه تعمیم داد.

۲_ دبیران و همکاران بعضی از مدارس منطقه علی‌رغم پذیرفتن برگزاری آزمون اما همکاری ضعیفی در نحوه و زمان برگزاری این آزمون داشتند.

۳_ با توجه به برگزاری آزمون در اواخر دی ماه و خستگی ناشی از امتحانات نوبت اول برای دانش‌آموزان، اکثر آن‌ها انگیزه شرکت در این آزمون را نداشتند و با همکاری دبیران و درنظر گرفتن نمره تشویقی مایل به شرکت در آزمون شدند.

۴_ با نظر به اینکه در مدارس دخترانه محقق به دانش‌آموزان دسترسی نداشت، امکان مصاحبه حضوری با آنان وجود نداشت.

۵_ محدودیت بعدی محقق ساخته بودن آزمون است که قطعا دارای ایراد و اشکال است ولی با کمک اساتید مشاور و راهنما تا حد ممکن سعی شد که این ایرادات به حداقل برسد.

۶_ به دلیل اینکه نمی‌توان به تمامی جامعه دسترسی داشت، محقق مجبور به استفاده از نمونه در دسترس به تعداد ۱۱۰ نفر بود.

۷_ برخی دانش‌آموزان این مبحث را بدلیل اینکه وقت کافی نداشتند و جزء مطالب پایه یازدهم است، مطالعه نکرده بودند.

۸_ با توجه به محدودیت پژوهش‌های مشابه آزمون استاندارد مبتنی بر چارچوب APOS در این مبحث یافت نشد لذا برای این کار آزمون محقق ساخته طراحی شده که قطعا درصد خطای آن نسبت به آزمون‌های استاندارد بیشتر است. البته با همکاری اساتید راهنما و مشاور تا حد ممکن تلاش شد که این درصد خطا به حداقل کاهش یابد.

۱۴. منابع و مآخذ

۱۴-۱ منابع داخلی

تقی پور، مینا (۱۳۹۹). بررسی ساختار نتایج یادگیری قابل مشاهده فراگیران از فیزیک شناوری به کمک حل یک تکلیف.پایان نامه کارشناسی ارشد.گروه فیزیک.دانشگاه شهید رجایی

کتاب درسی فیزیک دهم،۱۳۹۹ ، وزارت آموزش و پرورش، سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی، شرکت چاپ و نشر کتاب های درسی ایران، چاپ پنجم

ریحانی ، ابراهیم؛ شریفی ، زهرا(۱۳۹۷). بررسی درک دانش‌آموزان دختر از مفهوم حد و پیوستگی به کمک نظریه APOS .

نوری ، نوشین(۱۳۸۷). تعیین طرحواره های مربوط به درک دانش‌آموزان سال دوم از سینماتیک. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی ، تهران.

خیرالله زاده، رحیم.(۱۳۹۵). بررسی سطح یادگیری دانش‌آموزان پسر سال سوم از مفهوم مشتق توابع مثلثاتی به کمک نظریه APOS . پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی ، تهران.

دلاور ، علی.(۱۳۸۴). روش تحقیق در روانشناسی و علوم تربیتی ، ویرایش چهارم ، تهران ، نشر ویرایش

سیف، علی اکبر(۱۳۲۰). اندازه گیری ، سنجش ، و ارزشیابی آموزشی ، ویرایش هفتم ، تهران، انتشارات دوران.

ردیش، ادوارد اف.(۱۳۸۸). آموزش فیزیک. مترجم:احمدی ، فاطمه. ویرایش اول.تهران، انتشارات دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی .

احمدی، احمد؛ خلیلی بروجنی، روح الله؛ خوش بین خوش نظر، محمد رضا؛ شریف زاده اکباتانی، محمدرضا؛ سجادی، سیدهدایت؛ مردوخی، سیروان و نیکنام، علیرضا (۱۳۹۸). فیزیک (۲) (پایه یازدهم، دوره دوم متوسطه، رشته علم تجربی). تهران: شرکت چاپ و نشر کتاب های درسی ایران.

احمدی، احمد؛ خلیلی بروجنی، روح الله؛ شیوایی، سید مهدی؛ عزیزی، حسن و محمودزاده، غلامعلی (۱۳۹۵). فیزیک (۳) و آزمایشگاه (سال سوم متوسطه، رشته علوم تجربی). تهران: شرکت چاپ و نشر کتاب های درسی ایران.

اسدی،م. (۱۳۹۷). بررسی سطح درک دانش‌آموزان پسر دوره پیش دانشگاهی از مفاهیم سینماتیک براساس چهارچوب نظریAPOS. نوزدهمین کنفرانس آموزش فیزیک ایران، تهران، ایران.

سیف، علی اکبر. (۱۳۹۸). روانشناسی پرورشی تربیتی، چاپ چهاردهم. تهران. تهران: انتشارات دوران.

هالیدی، دیوید، رزنیک، رابرت، واکر، جرل (۲۰۰۸) مبانی فیزیک جلد دوم، ترجمه: محمدرضا جلیلیان نصرتی و محمد عابدینی، ویرایش هفتم، انتشارات مرکز نشر دانشگاهی.

موسوی، فرداد (۱۳۹۸). بررسی سطح درک دانش‌آموزان پسر دوره دوم متوسطه از مفاهیم الکتریسیته براساس چهارچوب نظریAPOS. پایان نامه کارشناسی ارشد تهران دانشگاه شهیدرجایی، تهران.

تقی عجمی، رعنا(۱۳۹۹). طبقه بندی ساختار یادگیری قابل مشاهده فراگیران از قوانین نیوتن و بررسی سطوح یادگیری آن‌ها. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شهید رجایی، تهران، ایران.

۱۴-۲ منابع خارجی

Mc Dermott, L. c and Reddish, E. F. 1999, Resource Leiter. PER-1: Physics Education Research. A. m, j phys.vol 67/

Reddish, E. F. 2003. Teaching Physics with the physics suite u.s.a: John Wiley.

Asiala, M., Brown, A., dDevries, D.J., Dubinsky, E., Mathews, k. (1997). A Framework For research and curriculum development in undergraduate.

Dubinsky. & McDonald, M.A. (2001).APOS: A constructivist theory of learning in Undergraduate mathematics research. In Derek Holton ET, al. (ads), the teaching And learning of mathematics at university level: An IC study (pp.273-280)

Maharaja, A. (2013). An APOS Analysis of natural science students Understanding Of integration. South African Journal of Education, 3(1), 54-73.

Maharaja, A. (2013). An APOS Analysis of natural science students Understanding Of derivatives. South African Journal of Education, 33(1).

Weyer, s. (2010). APOS Theory as a Conceptualization for Understanding Mathematical Learning. 2010 Seminar: Cognitive Development and Learning Of Mathematics.9-15.

Examining the level of students' understanding of magnetism using the APOS model

Abstract

One of the most practical evaluation methods that examines learning outcomes is the APOS theory. According to this framework, learners understand concepts at the levels of action, process, and object and coordinate these formats with each other to build a concept schema. In this research, this theory has been used in order to evaluate the students' learning level of magnetism in the eleventh grade physics lesson of the national curriculum in Razen city, Hamedan province. The method of this research is descriptive-survey. Also, the statistical population of this research is the twelfth grade male and female students of Razan, 110 of whom were selected as a sample. In this research, a researcher-made test was used to collect data, and Cronbach's alpha reliability model was used to measure the reliability of the evaluation, and the results were 0.906. The results of the research show that according to APOS theory, 78% of the students are at the action level, 70% are at the process level, and 43% of them have reached the object level, and 23% of them have reached the level of understanding the conceptual schema. This statistic shows that students solve magnetism problems correctly if they have a routine and an algorithm to solve them.

Keywords: physics education, learning levels, APOS educational approach and magnetism.