

مقدمه

طراحی‌هایی که از چندین هزار سال پیش بر روی دیواره غارها باقی مانده است نشان می‌دهند که نقاشی اولین روش مکتوبی است که انسان‌ها برای انتقال پیام از آن استفاده کرده‌اند. با اختراع خط در تمدن بشر، ارزش استفاده از تصویر نه تنها کم نشد، بلکه تصویرسازی وسیله‌ای برای بازگو کردن روایت‌های مذهبی، داستان‌های پیامبران و تجسم چهره‌های فرشتگان در کتاب‌های مقدس شد. همچنین، ادبیات کهن ایران از این شیوه بهره برده است و در آثاری مانند کلیله و دمنه و شاهنامه، تصاویر بیانگر مضامین داستانی موجود در متن هستند.

با گسترش آموزش همگانی، هنر گرافیک در تدوین کتاب‌های آموزشی به کار گرفته شد، به طوری که در اولین گام‌های آموزش قبل از مدرسه، استفاده از تصویر برای انتقال مفاهیم بهترین راهبرد عملی است؛ همچنین در آخرین تغییرات نظام آموزشی کشور ما، از این رویکرد استفاده شده است و مهارت خواندن با ترکیبی از تصویر و متن در کتاب‌های «خوانیم» دوره ابتدایی آموزش داده می‌شود [۱]. در سطوح بالاتر تحصیل نیز ضرورت به کارگیری سواد دیداری در آموزش همچنان به قوت خود باقی است، زیرا پژوهش‌ها نشان می‌دهند ۷۵ درصد یادگیری از طریق حس بینایی صورت می‌گیرد [۲].

از طرفی علوم شناختی تأکید می‌کند که حافظه مشغول به کار در مغز انسان شامل اجزای جداگانه‌ای است و دست کم بخش گفتاری (حلقه آواشناسی) و بخش دیداری (نرم لایه دیداری) مجزا و جدا به نظر می‌رسند [۳]. بنابراین، انتقال تصویر به حافظه بلندمدت سریع‌تر است و استفاده از یک تصویر مناسب برای انتقال مفهوم می‌تواند جایگزین چندین سطر شرح و توضیح شود. به عبارت دیگر، تصویرها راحت‌تر از متن درک می‌شوند، به طوری که نشان دادن یک دایره بسیار راحت‌تر از توصیف کردن آن است. همچنین انسان از دیدن تصویر بیشتر از خواندن مطلب تأثیر می‌پذیرد؛ نشان دادن تصویر یک جنگ تأثیرانگیزتر از توصیف آن است.

بر این مبنا کتاب‌های علمی-آموزشی تلاش می‌کنند تا از جاذبه ظاهری کتاب‌های آموزشی استفاده کنند تا مخاطب را مجذب کنند و باعث افزایش محفوظات اطلاعاتی او و هضم و جذب سلولی این دریافت‌ها در وجود مخاطب شوند. لذا، در این پژوهش به دلیل اهمیت بررسی کتاب‌های درسی جدیدالتألیف دوره دوم متوسطه از رویکردهای مختلف، دانش بصری دانش‌آموزان از تصاویر کتاب‌های درسی فیزیک (۱) و (۲) پایه‌های دهم [۴] و یازدهم [۵] رشته تجربی ارزیابی شده است.

دانش دیداری دانش‌آموزان از تصویرهای کتاب‌های فیزیک (۱) و (۲) رشته تجربی

صفورا اشیرین‌نوش / کارشناس ارشد آموزش فیزیک،

دبیر فیزیک، استان همدان، منطقه لالجین

نیروه مطلبی / کارشناس ارشد فیزیک، دبیر فیزیک،

استان همدان، شهر همدان

چکیده

این مقاله به بررسی دانش دیداری دانش‌آموزان از کتاب‌های فیزیک (۱) و (۲) رشته تجربی می‌پردازد. بدین منظور پژوهشگران با معیارهایی جهت انتخاب تصاویر، پرسش‌نامه‌ای شامل ۲۵ تصویر از کتاب فیزیک (۱) و پرسش‌نامه‌ای شامل ۱۹ تصویر از کتاب فیزیک (۲) طراحی کردند. تمام پرسش‌ها شامل دو بخش تعیین موضوع و شرح تصاویر بود. آزمون پژوهش بدون اطلاع قبلی و بعد از اتمام تدریس کتاب‌ها برگزار شد. نمونه انتخاب‌شده به صورت نمونه در دسترس شامل ۵۳ نفر از دانش‌آموزان پایه دهم و ۸۲ نفر از دانش‌آموزان پایه یازدهم رشته‌های ریاضی و تجربی شهر همدان و منطقه لالجین بود. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از برنامه اکسل استفاده شد و در جلسه‌های بحث و تبادل نظر تمام تصویرهای کتاب‌های فیزیک (۱) و (۲) توسط پژوهشگران مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان می‌دهند ضریب ویلیام رومی برای تصاویر کتاب‌های فیزیک (۱) و (۲) در سطح خوب (متوسط) است. میانگین پاسخگویی به پرسش‌ها کمتر از ۱۰ بود و دانش‌آموزان به طور متوسط کمتر از ۵۰ درصد به پرسش پاسخ داده‌اند. بنابراین، در حالی که در هر یک از صفحه‌های کتاب‌های فیزیک دست کم یک تصویر وجود دارد اما ارتباط مطلوبی بین مفاهیم تصاویر و دانش دانش‌آموزان برقرار نشده است.

کلیدواژه‌ها: دانش دیداری، تصاویر، کتاب فیزیک (۱)، کتاب فیزیک (۲)

روش پژوهش

این پژوهش در پی پاسخ دادن به پرسش پژوهشی زیر است: دانش دیداری دانش‌آموزان پایه‌های دهم و یازدهم از کتاب‌های فیزیک (۱) و (۲) چقدر است؟

بدین منظور پرسش‌نامه‌ای شامل ۲۸ تصویر از کتاب فیزیک (۱) و پرسش‌نامه‌ای شامل ۲۰ تصویر از کتاب فیزیک (۲) تهیه شد. تصاویر پرسش‌نامه‌ها با نظر پژوهشگران با اولویت‌های زیر از کتاب‌های فیزیک رشته تجربی انتخاب شدند:

- تمام تصاویرهای ابتدای فصل‌ها

- تصاویرهایی که به زندگی روزمره مرتبط می‌شوند.

- تصاویرهایی که با مفاهیم اصلی کتاب ارتباط دارند.

همچنین تلاش شد که از تمام کتاب به‌طور متوازن تصویری انتخاب شود.

پرسش‌نامه‌ها بعد از تدریس تمام کتاب در هفته آخر اردیبهشت در اختیار ۱۰۱ نفر از دانش‌آموزان پایه دهم ریاضی و تجربی و ۱۱۸ نفر از دانش‌آموزان پایه یازدهم ریاضی و تجربی قرار گرفت. دانش‌آموزان پایه دهم در جلسه‌ای ۲۵-۲۰ دقیقه و دانش‌آموزان پایه یازدهم در جلسه‌ای ۲۰-۱۵ دقیقه به این پرسش‌نامه‌ها بدون اطلاع قبلی پاسخ دادند.

بعد از تکمیل پرسش‌نامه‌ها در بررسی اولیه و در مرحله تصحیح تعدادی از پرسش‌نامه‌ها به دلیل نامناسب بودن نوع پاسخ‌ها حذف شدند. در مرحله تجزیه و تحلیل داده‌ها نیز تعدادی از پاسخ‌نامه‌ها که نمره کل آن‌ها کمتر از ۵ بود، حذف گردیدند؛ همچنین تعدادی از تصاویرها نیز به دلیل عدم وضوح کافی حذف شدند. بنابراین نمونه انتخاب‌شده به‌صورت نمونه در دسترس و شامل تعداد ۱۳۵ نفر از دانش‌آموزان استان همدان (شهر همدان و منطقه لالچین) بود.

تمام پرسش‌ها دو قسمتی طراحی شدند و شامل تعیین موضوع و شرح تصویر بودند و هر قسمت جداگانه تصحیح شد. جهت بررسی پاسخ‌نامه‌ها در نرم‌افزار اکسل به هر پاسخ صحیح ارزش یک و به هر پاسخ نادرست ارزش صفر نسبت داده شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

مؤلفان کتاب‌ها برای ایجاد ارتباط عمیق با مخاطبان، ایجاد انگیزه و جلب توجه در کنار نوشتار از تصاویر، نمودار و... نیز استفاده می‌کنند. اما در ارتباط تبادل افکار و اندیشه‌ها، احساسات و عقاید بدون استفاده از علائم امکان‌پذیر نیست و انتقال مطلوب و مؤثر زمانی صورت می‌گیرد که فرستنده و گیرنده پیام، از علائم و نمادهای مناسب و آشنا استفاده کنند. در واقع اشتراک در نمادها، مفاهیم و معانی، اساس تأثیر و تأثر در ارتباط است. اگر فرستنده و گیرنده پیام هر یک تصور جداگانه‌ای از علائم و نمادهای مورد استفاده و در نهایت از مفاهیم منتقل شده داشته باشند، بدون شک نتیجه کار، هیچ یک از طرفین را راضی نخواهد کرد و شکست در ارتباط مسلم خواهد بود. بر این اساس هر چه بین معنی موردنظر

فرستنده و معنی ایجادشده در ذهن گیرنده مشابهت و اشتراک بیشتری وجود داشته باشد ارتباط بهتر و مؤثرتر خواهد بود. به‌طور مثال اگر معنی موردنظر فرستنده پیام را M و معنی ایجادشده در ذهن گیرنده را M' در نظر بگیریم هنگامی ارتباط مطلوب، مؤثر و کامل برقرار می‌شود که $M=M'$ باشد. اگر $\frac{M}{M'} = 0$ باشد، به این معنی است که هیچ‌گونه ارتباطی صورت نگرفته است. به عبارت دیگر اشتراک M و M' میزان کارایی و اثربخشی یک پیام را مشخص می‌کند. اگر M' کوچک‌تر از M باشد ارتباطی که انجام پذیرفته چندان مطلوب نیست. اگر M' بزرگ‌تر از M باشد، معنایی فراتر از معنای فرستنده در ذهن گیرنده پیام به وجود آمده است، چنین رابطه‌ای خلاق و اکتشافی است؛ مثل معنایی که از دیدن یک منظره یا حادثه در ذهن یک هنرمند یا فرد نوآور ایجاد می‌شود [۶].

این پژوهش جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از چنین رویکردی استفاده کرده است. در واقع چنین فرض شده است که هر چه درصد پاسخ‌گویی به یک پرسش بیشتر باشد، دانش‌آموزان مفهوم آن تصویر را بیشتر درک کرده‌اند و ارتباط موردنظر بین مفهوم تصویر و فهم دانش‌آموزان بیشتر برقرار شده است. نتایج بررسی پاسخ‌نامه‌ها در نمودارها و جدول‌های زیر خلاصه شده است.

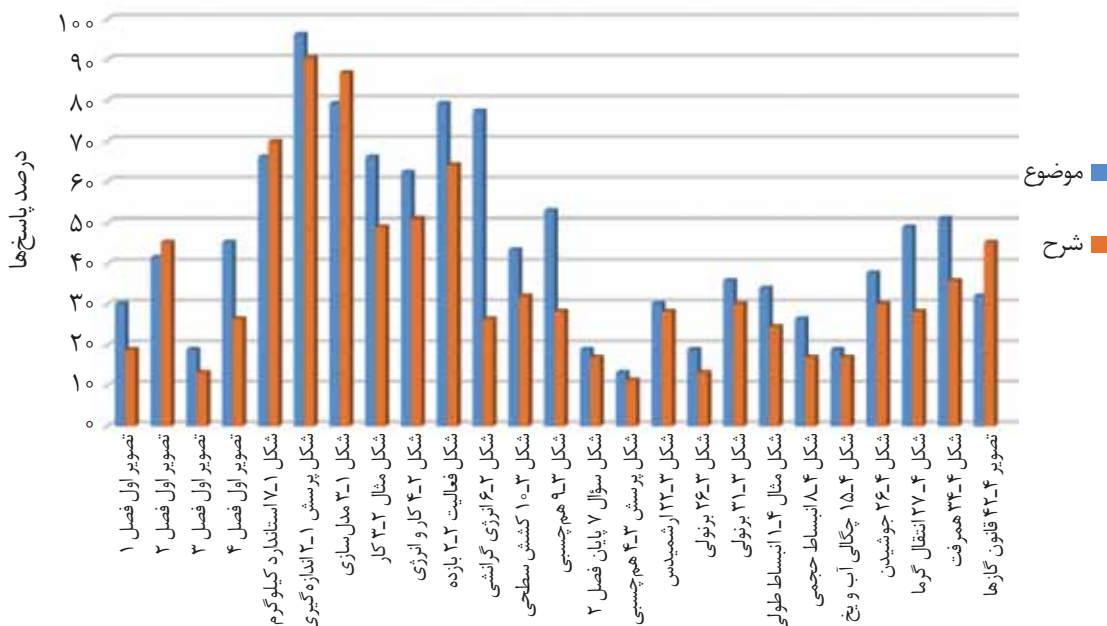
طبق نتایج نمودارهای ۱ و ۲ و جدول‌های ۱ و ۲، میزان پاسخ‌گویی به پرسش‌ها به‌طور متوسط کمتر از ۵۰ درصد بوده و میانگین نمره کل کمتر از ۱۰ است. در تعیین موضوع تصویرها، فقط ۸ پرسش در پایه دهم و ۸ پرسش در پایه یازدهم به سطحی بالاتر از ۵۰ درصد رسیده‌اند. در تعیین شرح تصویرها، ۴ پرسش در پایه دهم و ۶ پرسش در پایه یازدهم بیش از ۵۰ درصد پاسخ‌گویی داشته‌اند. پس می‌توان نتیجه گرفت ارتباطی که بین مفاهیم تصاویر و دریافت دانش‌آموزان در هر دو کتاب برقرار شده است چندان مطلوب نیست؛ همچنین میزان پاسخ‌گویی به پرسش‌های فصل‌های آخر به نحو چشمگیری کاهش می‌یابد. این موضوع را می‌توان به تعدد مشاهده تصاویر ابتدای کتاب و تأثیر آن بر یادسپاری مطالب ارتباط داد.

بنابر نظر مؤلفان تصاویر اول فصل‌ها طوری انتخاب شده‌اند که ارتباط فیزیک با زندگی روزمره را در آن موضوع آموزشی نشان می‌دهند [۷]. در حالی که پاسخ‌گویی دانش‌آموزان به تصاویر اول فصل‌ها در پایه دهم زیر ۵۰ درصد است، به‌ویژه در تعیین موضوع و شرح تصویر نیلوفر آبی میزان پاسخ‌گویی کمتر از ۲۰ درصد است. در پایه یازدهم نیز حداکثر پاسخ‌دهی به حدود ۶۰ درصد رسیده است. این نتیجه بیانگر آن است که هدف موردنظر مؤلفان تا حد زیادی تأمین نشده است.

همان‌طور که ملاحظه می‌شود در تمام پرسش‌ها به‌جز چند مورد میزان پاسخ‌گویی به تعیین موضوع تصویرها بیشتر از شرح آن‌هاست. این نتیجه نشان می‌دهد دانش‌آموزان نگاه‌های گذرای به تصاویر داشته‌اند و قادر به شرح بسیط تصاویر نیستند.

مؤلفان کتاب‌ها
برای ایجاد ارتباط
عمیق با مخاطبان،
ایجاد انگیزه و
جلب توجه در
کنار نوشتار از
تصاویر، نمودار
و... نیز استفاده
می‌کنند

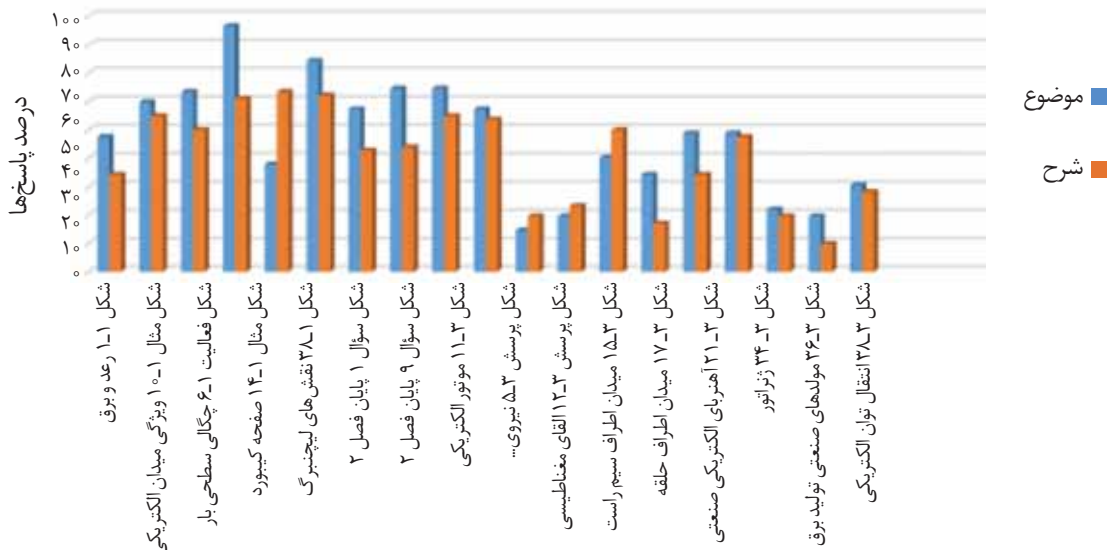
نمودار ۱. درصد پاسخ‌گویی به پرسش‌نامه کتاب فیزیک (۱) پایه دهم تجربی



جدول ۱. نتایج بررسی پاسخ‌نامه‌های کتاب فیزیک (۱) پایه دهم تجربی

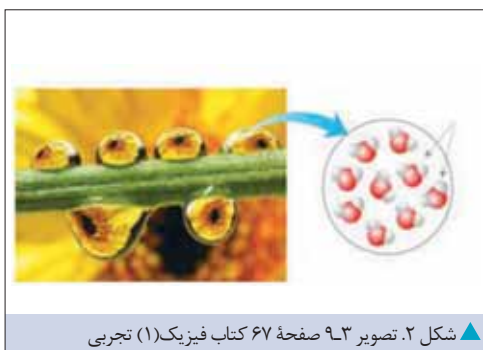
جامعه آماری	تعداد پرسش‌ها	میانگین نمره هر دانش‌آموز	حداقل نمره	حداکثر نمره	درصد میانگین پاسخ‌گویی به موضوع تصویرها	درصد میانگین پاسخ‌گویی به شرح تصویرها
۵۳	۲۵	۸/۱۴	۵	۱۹/۶	۴۴	۳۶

نمودار ۲. درصد پاسخ‌گویی به پرسش‌نامه کتاب فیزیک (۲) پایه یازدهم تجربی



جدول ۲. نتایج بررسی پاسخ‌نامه‌های کتاب فیزیک (۲) پایه یازدهم تجربی

جامعه آماری	تعداد پرسش‌ها	میانگین نمره هر دانش‌آموز	حداقل نمره	حداکثر نمره	درصد میانگین پاسخ‌گویی به موضوع تصویرها	درصد میانگین پاسخ‌گویی به شرح تصویرها
۸۲	۱۹	۸/۱	۵	۱۵	۴۶ درصد	۴۰ درصد



▲ شکل ۲. تصویر ۹-۳ صفحه ۶۷ کتاب فیزیک (۱) تجربی



▲ شکل ۱. تصویر ۷-۱ صفحه ۹ کتاب فیزیک (۱) تجربی

به‌عنوان مثال در بعضی برگه‌ها در شرح شکل ۱ نوشته شده است: «یکای اندازه‌گیری طول!»

دانش‌آموزان در پاسخ به شکل ۲ بیشتر به نیروی دگرچسبی بین قطره‌های آب و شاخهٔ درخت اشاره کرده‌اند و به قسمتی از تصویر که شکل مولکول‌های آب را نشان می‌دهد و بیانگر بزرگی نیروی هم‌چسبی مولکول‌های آب نسبت به نیروی دگرچسبی آب و شاخه درخت است توجه نداشته‌اند.



▲ شکل ۴. تصویر ۱-۱ صفحه ۲ کتاب فیزیک (۲) تجربی



▲ شکل ۳. تصویر ۱۰-۳ صفحه ۶۷ کتاب فیزیک (۱) تجربی

در شکل ۳ دانش‌آموزان بیشتر به بحث نیروی هم‌چسبی اشاره کرده‌اند. اگرچه کشش سطحی به دلیل نیروی هم‌چسبی مولکول‌های سطح مایع به‌وجود می‌آید، اما نگاه دقیق‌تر نشان می‌دهد پدیده کشش سطحی در این تصویر مشهودتر است.

تعدادی از دانش‌آموزان تصویر رعد و برق و نقش‌های لیچنبرگ (فروریزش) در شکل‌های ۴ و ۵ را یکسان فرض کرده‌اند.



▲ شکل ۶. تصویر مثال ۱-۶ صفحه ۱۲ کتاب فیزیک (۲) تجربی



▲ شکل ۵. تصویر ۳۸-۱ صفحه ۳۲ کتاب فیزیک (۲) تجربی

با توجه به نمودار ۲ مقدار پاسخ‌گویی به شرح تصویر شکل ۶ بیشتر از تعیین موضوع تصویر است. اگرچه مفهوم میدان الکتریکی یکی از مفاهیم دشوار و مهم کتاب درسی است، اما در این تصویر نیز مقیاس اجزای تصویر رعایت نشده و اندازهٔ شمع‌ها بیشتر از اندازهٔ مولد و اندوگراف است. این تغییر مقیاس می‌تواند دلیلی بر کم‌رنگ شدن نقش میدان الکتریکی تولیدشده توسط واندوگراف باشد.

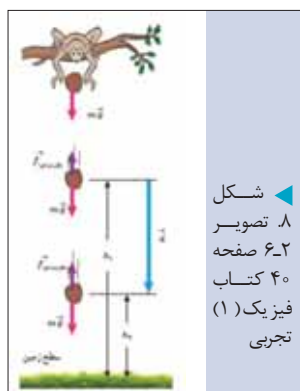


▲ شکل ۷. تصویر پرسش ۳-۲ صفحه ۳۸ کتاب فیزیک (۱) تجربی

همچنین پژوهشگران پس از بررسی پاسخ‌نامه‌ها و تمام تصاویر کتاب‌های فیزیک (۱) و (۲) تجربی و بحث و تبادل نظر به نکته‌های زیر در جهت اصلاح تصاویر این کتاب‌ها دست یافته‌اند. شکل ۷ اتومبیلی را نشان می‌دهد که سرعت آن در حال افزایش است. اگرچه کمیت‌های زمان و شتاب در این تصویر موردنظر نیستند، ولی به کار بردن بردار V بزرگ‌تر و رسم خطوط خط‌چین در تصویرهای متوالی، در امتداد اتومبیل‌ها گویای افزایش سرعت اتومبیل نیست. نکتهٔ مهم‌تر اینکه تغییر رنگ اتومبیل در تصاویر دوم و سوم توجیهی ندارد.



▲ شکل ۹. مرجع [۷]



▲ شکل ۸. تصویر ۶-۲ صفحه ۴۰ کتاب فیزیک (۱) تجربی

شکل ۸ در کنار عنوان انرژی پتانسیل گرانشی قرار گرفته است و نیروهای وارد بر نارگیل در حال سقوط را نشان می‌دهد. چون این تصویر ذهنیتی از انرژی پتانسیل گرانشی ایجاد نمی‌کند، پیشنهاد می‌شود از شکل ۹ که در چاپ‌های اخیر کتاب هالیدی تحت عنوان انرژی پتانسیل گرانشی به کار رفته است نیز استفاده شود.

شکل ۱۰ در توضیح تفاوت گرمای ویژه فلزات مختلف به کار رفته است. این پرسش در پرسش‌نامه پایه دهم مطرح شده بود. ولی به دلیل اشاره صریح دانش‌آموزان به واضح نبودن تصویر، حذف گردید.



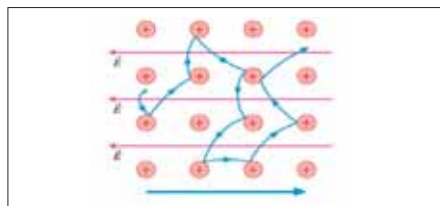
▲ شکل ۱۰. تصویر پرسش ۳-۴ صفحه ۱۰۷ کتاب فیزیک (۱) تجربی

در شکل ۱۱ مسیر حرکت بارهای آزاد زیگزاگی نشان داده شده است، در حالی که مسیر حرکت بارها در میدان الکتریکی سهمی‌وار است. پیشنهاد می‌شود این تصویر با شکل ۱۲ جایگزین شود.



▲ شکل ۱۱. تصویر ۷-۲ صفحه ۴۱ کتاب فیزیک (۲) تجربی

توضیحی که در زیر شکل نوشته شده است این کج‌فهمی را ایجاد می‌کند که انرژی به وسیله بارهای متحرک در مدار منتقل می‌شود، در حالی که انرژی الکترومغناطیسی در مدار به وسیله میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی منتقل می‌شود. در واقع بارها فقط نقش رابط را بر عهده دارند [۱۰].



▲ شکل ۱۲: مرجع [۹]

شکل ۱۴ برای شبیه‌سازی عبور جریان یکسان از مقاومت‌های یکسان به کار رفته است، ولی چون ذهنیتی راجع به مقاومت ایجاد نمی‌کند، پیشنهاد می‌شود با تصویر مداری که دو لامپ یکسان موازی دارد، جایگزین شود.

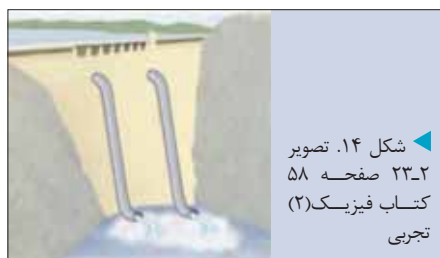


▲ شکل ۱۳. تصویر ۱-۲ صفحه ۴۰ کتاب فیزیک (۲) تجربی

به منظور نتیجه‌گیری دقیق‌تر، تصاویر کتاب‌های فیزیک (۱) و (۲) به روش ویلیام رومی نیز بررسی شده است. نتایج این بررسی بدین شرح است.

با توجه به معیارهایی که برای بررسی تصاویر کتاب در محاسبه ضریب ویلیام رومی در نظر گرفته می‌شود می‌توان هر دو کتاب فیزیک (۱) و (۲) را در حد خوب ارزیابی کرد.

لذا، با توجه به نتایجی که از بررسی پرسش‌نامه‌ها و تصاویر در این پژوهش به دست آمده، بهتر است تصاویر کتاب‌های فیزیک طوری انتخاب و جایگزین شوند تا سطح ویلیام رومی تصاویر هر یک از فصل‌ها و کتاب‌ها به مقدار عالی ارتقا یابد.



▲ شکل ۱۴. تصویر ۲-۲۳ صفحه ۵۸ کتاب فیزیک (۲) تجربی

جدول ۳. نتایج تحلیل تصاویرهای کتاب فیزیک (۱) تجربی به روش ویلیام رومی

فصل ۱	فصل ۲	فصل ۳	فصل ۴	ضریب ویلیام رومی کتاب فیزیک (۱) تجربی
۱۰۰	۸۷	۷۴	۲۶	۶۲

جدول ۴. نتایج تحلیل تصاویرهای کتاب فیزیک (۲) تجربی به روش ویلیام رومی

فصل ۱	فصل ۲	فصل ۳	ضریب ویلیام رومی کتاب فیزیک (۲) تجربی
۴۶	۵۰	۸۸	۶۲

نتیجه‌گیری

همه ما تجربه تورق و مشاهده تصویر کتاب‌های درسی را بلافاصله بعد از دریافت کتاب‌ها داریم. ولی به محض شروع سال تحصیلی جزوه‌ها و نوشته‌های دست‌نویس ارزش بیشتری نسبت به محتوای کتاب‌ها پیدا می‌کند. این در حالی است که تصویرهای کتاب‌های آموزشی تنها به دلیل ایجاد جذابیت به کار نمی‌روند؛ بلکه اهدافی مانند ارتباط با مخاطب و ایجاد درک عمیق‌تر از موضوع مورد بحث و کمک به یادسپاری مطالب در آن‌ها نهفته است. از این رو لازم به نظر می‌رسد این تصویرها دقیق‌تر انتخاب شوند و به طرق مختلف مانند CD آموزشی یا طراحی وبگاه‌های اختصاصی تعداد بیشتری از آن‌ها در اختیار معلمان و دانش‌آموزان قرار گیرد، همچنین معلمان با تأثیر استفاده از تصویر در یادگیری فراگیران آشنا شوند، معلمان روش‌های تدریس مبتنی بر تصویرسازی مانند روش نقشه مفهومی را به کار گیرند، روش‌های مطالعه‌ای ترویج شود که توجه دانش‌آموزان را به دقت در تصویرها تشویق می‌کند. همچنین در حالی که حجم زیادی از کتاب به آن‌ها اختصاص می‌یابد، بهتر است دست‌کم چند پرسش درس فیزیک در کنکور از تصویرها یا شرح آن‌ها مطرح شود.

اگرچه بررسی میزان تأثیر به‌کارگیری تصویر در کنار متن در بهبود فرایند یادگیری و تعیین مقدار حجمی از کتاب که در هر سطح آموزشی باید به تصویر اختصاص یابد پژوهش‌های جدی و جداگانه‌ای می‌طلبد، اما نتایج این پژوهش نشان می‌دهد در حالی که تقریباً در تمام صفحات کتاب‌های فیزیک (۱) و (۲) تجربی دست‌کم یک تصویر استفاده شده است، دانش‌دیداری دانش‌آموزان از آن‌ها در سطح مطلوبی نیست.

← پی‌نوشت‌ها

۱. فارسی‌آموز (۱) (خواندن)، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، ۱۳۹۶، سخنی با فارسی‌آموزان.
۲. صدقیان حکاک، نسرين. بررسی تطبیقی صفحه‌آرایی کتاب‌های فنی و حرفه‌ای آموزش و پرورش در سه دهه اخیر (۱۳۵۸-۱۳۸۸)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه نبی‌اکرم (ص)، ۱۳۸۸.
۳. ردیش، ادوارد اف. آموزش فیزیک، ترجمه فاطمه احمدی، محمد احمدی. تهران: انتشارات دانشگاه تربیت‌دبیر شهید رجایی. ۱۳۸۸. ص ۳۰.
۴. فیزیک (۱) پایه دهم دوره دوم متوسطه - ۱۱۰۲۱۴، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، ۱۳۹۶.
۵. فیزیک (۲) پایه یازدهم دوره دوم متوسطه - ۱۱۱۲۴۴، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، ۱۳۹۶.
۶. شعبانی، حسن. (۱۳۹۲) مهارت‌های آموزشی و پرورشی (روش‌ها و فنون تدریس). تهران: سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی (سمت). جلد ۱. ص ۱۰۷.
۷. فایل تصویری منتشر شده دوره ضمن خدمت فیزیک یازدهم، ۱۳۹۶.
8. Halliday & Resnick. (2011), *Principle of physics*, Night Edition, wiley plus, p:196.
9. Knight: Randall. (2007), *Physics for science and engineers*, Vol.1, second Edition, California polytechnic state university p:948.
10. Scaife, Jon. (2012). *Energy, system and, connectors; or why electrons don't carry energy from batteries to bulb*. Physics Education. 47(6). 760-763.