فصلنامه آموزش مهندسی ایران، سال بیست و چهارم، شماره ۹۵، پاییز ۱۴۰۱، صص.۱۵۲-۱۳۱

طراحی و به‌کارگیری کارت‌های تشابه و تناقض در خلق تصویر برای آموزش مهندسی و ارزیابی دانشجویان

رقیه گوگ‌ساز قوچانی[۱]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۴/۸، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۹/۵

DOI: 10.22047/ijee.2022.349634.1924

چکیده: تصویرسازی ابزاری آموزشی برای پشتیبانی هدف‌های یادگیری و تقویت خلاقیت است. تصویرسازی در بهینه‌سازی روش‌های آموزش، نقش اساسی دارد. در روش پیشنهادی، راهکار تشابه و تناقض در خلق تصویر در آموزش معرفی می‌شود. ارتباط خاصی بین دو تصویر در قالب یک کارت، وجود دارد. دو تصویر یک نکته علمی را بیان می‌کنند، ولی در عین حال، تشابه و تناقضی نیز در دو طرف کارت وجود دارد. هدف از این روش افزایش جذابیت، ایجاد انگیزه در فرایند یادگیری است که به تقویت مهارت‌های شناختی- دیداری دانشجویان کمک می‌کند. به‌کارگیری این کارت‌ها به طور فردی و یا گروهی قابل پیاده‌سازی است. ایده پیشنهادی نه تنها برای آموزش‌دادن می‌تواند به کار گرفته شود، بلکه جهت ارزشیابی سطح یادگیری دانشجویان نیز سودمند است. روش‌های آزمون گوناگونی در سطح پیشرفته نیز معرفی می‌شود. با توجه به جدول شناختی بلوم، به کمک این روش، سطح یادگیری دانشجو در حوزه شناختی در سطح‌های میانی و بالای این هرم، قابل سنجش است. این روش در قالب‌های متفاوت از قبیل آزمون، تکلیف و پرسش اجرا شده است. تجربه به‌دست‌آمده از چندین سال اجرا، نشان از مشارکت عالی دانشجویان دارد. در نظرسنجی از دانشجویان، ماندگاری مناسب در ذهن و درک بهتر مطالب علمی از برتری‌های برجسته روش پیشنهادی برشمرده شده است.

واژگان کلیدی: آموزش مهندسی، تشابه، تناقض، تصویرسازی، ارزیابی

۱- استادیار، دانشکده مهندسی مکانیک و انرژی ، دانشگاه شهید بهشتی تهران. ایران. roggav@yahoo.com

۱. مقدمه

با توجه به پیشرفت‌های سریع در فناوری و دردسترس‌بودن امکانات بی‌شمار، نیاز به بهبود روند آموزشی بیش‌ازپیش حس می‌شود. جهت عملکرد مناسب، بهتر است یک سامانه حلقه‌بسته بین دانشجو و استاد برقرار باشد. به این ترتیب، با سنجش و ارزیابی‌های مناسب و نوین، می‌توان روش‌های آموزشی را واپایش کرد.

آموزش‌هایی که بر پایه مهارت‌های دیداری است، با هدف بهبود انتقال مطلب و اثربخشی داده‌ها از طریق فرایندهای شناختی- دیداری به کار می‌رود (Koryakovtseva et al., 2019). به‌کارگیری روش‌های مختلف که مبتنی بر فرایند شناختی- دیداری است، علاوه بر ایجاد شرایط یادگیری، توجه زیادی به اندیشه‌های دیداری دانشجوها دارد. جایگزینی متن‌های طولانی با تصویرها به‌عنوان یک ابزار مهم در کنار حفظ یکپارچگی داده‌ها به کار برده می‌شود (Lapitan et al., 2021). همچنین این امر می‌تواند ایده‌ها، نکته‌ها، حقایق، ارتباط‌ها و نتیجه‌گیری‌ها را با بیانی ساده منتقل کند.

به‌کارگیری تصویر در آموزش، سبب درگیرشدن دو نیمکره مغز انسان می‌شود. نیمکره سمت چپ مغز مسئول تفکر منطقی و نیمکره سمت راست مسئول احساس است (Lupyan, 2015). تصویر می‌تواند نه تنها در ارائه داده‌ها به‌صورت غیرکلامی، بلکه در توسعه تفکر انتزاعی و انتقادی نیز کمک‌کننده باشد (Young et al., 2019). علاوه بر این، آموزش‌دادن به‌صورت مصور می‌تواند مفهوم مشخصی را به گونه‌های مختلفی بیان کند، ارتباط کلامی را به ارتباط کلامی- دیداری گسترش دهد و با افزایش انگیزه، فرایند آموزشی را بهبود بخشد.

پژوهش‌های زیادی در رابطه با اثر تصویر و متن‌ها در یادگیری انجام شده است. دانشمندان بر این باورند که وجود تصاویر در متن و یا به‌کارگیری آن در آموزش از مهم‌ترین ابزارهای آموزش است. گروهی از پژوهشگران با بررسی ۴۸ مورد تجربی اثر یادگیری از طریق تصاویر در آموزش را بررسی کردند و دریافتند که متن مصور اثر مناسبی بر یادگیری دانشجویان دارد. در این پژوهش میانگین نمرات گروهی دانشجویانی که آموزش مصور داشتند، ۳۶ درصد بیش از دیگر گروه‌ها بود که درصد قابل توجهی است (Magoha, 2002). تصاویر که نکته‌های کلیدی را منعکس می‌کنند، اثر بهتری نسبت به متن‌های علمی طولانی دارند.

در پژوهش‌ها به پشتیبانی تصویرها در متن‌های علمی برای یادگیری بهتر، اشاره شده است (Ozdamli et al., 2016). در برخی پژوهش‌های آموزشی نیز، نشان داده شده است که انتقال داده‌ها به روش یادگیری از طریق سوادآموزی دیداری در قالب تکلیف، می‌تواند آموزش را بهبود بخشد (Alshehri & Ebaid, 2016). مطالعه‌ها در زمینه توانایی یادگیری در بزرگسالان و دوره‌های تحصیلی بالاتر، نشان می‌دهد که ظرفیت یادگیری آنها کاهش پیدا نکرده است، بلکه تنها درگیری فکری آنها افزایش پیدا کرده و سبب تمرکز کمتر آنها شده است. به‌کارگیری تصویر می‌تواند نقش بسیار مثبتی در افزایش تمرکز آنها داشته باشد.

آموزش‌هایی که ارتباط دیداری را به عنوان شیوه‌ای نوین در آموزش به کار می‌گیرد، می‌تواند پل

ارتباطی بین آموزش سنتی و نوین باشد (Alyahya, 2019). از یک دیدگاه می‌توان روش تدریس را به سه دسته استادمحور، دانشجومحور و تعامل بین استاد و دانشجو تقسیم‌بندی کرد. در این میان، امروزه بیشتر روش‌های تدریس تعامل محور به کار گرفته می‌شود. این تعامل‌ها می‌تواند بین دانشجوها، یا استاد و دانشجو باشد. از این روش می‌توان با توجه به سیاست‌های آموزشی در بخش‌های مختلف بهره‌مند شد.

به‌کارگیری تصویرها در شیوه‌های آموزشی، یک نیاز، فرصت و چالش برای استادانی است که روش‌های نوین را در آموزش خود به کار می‌برند و تنها به متن‌های خشک علمی بسنده نمی‌کنند.

ایده به‌کارگیری شکل و تصویر در پژوهش‌ها پیشنهاد شده است. در (Afkar et al., 2019)، مجموعه‌ای از عکس‌های واقعی در کوهنوردی، در قالب یک داستان برای آموزش به کار گرفته شده است. در (Pourreza-Movahed et al., 2019) از تصاویر گرافیکی، جهت بیان یک داستان برای معرفی برخی منابع انرژی بهره گرفته شده است. در (Sadat Sakkak et al., 2021) از یک مجموعه عکس‌های حاضران در کلاس با ژست‌های متفاوت برای ارزیابی دانشجویان بهره گرفته شده است. بین نکات علمی و حالت هر تصویر ارتباطی منطقی برقرار شده است. در (Yousefi et al., 2021)، تصاویر محصولات صنعتی برای معرفی ویژگی‌های خودروهای هیبریدی در قالب داستان به کار رفته است. در (Karimi et al., 2021)، تصاویر به کمک توضیح یک برنامه نرم‌افزار مهندسی آمدند. در (Gavagsaz-Ghoachani et al., 2013a) تصاویر یک فایل اجرایی، سبب آموزش ساده‌تر شد. نشان دادن تصاویر و ایده‌های الهام‌گرفته‌شده از طبیعت در (Ghandriz et al., 2021a)، سبب جذاب‌کردن موضوعات علمی جدید برای مخاطب شد.

در پژوهش‌های اشاره‌شده قبلی، تصاویر به طور ساده‌ای به کار گرفته شده‌اند. در این مقاله، از دیدگاهی دیگر تصویرها به کار گرفته می‌شود. یک ارتباط خاصی بین دو تصویر در قالب یک کارت، باید برقرار شود. هر دو تصویر یک نکته ویژه را بیان می‌کنند، به عبارت دیگر عکس‌ها، مکمل یکدیگر هستند ولی در عین حال، یک تشابه و یک تضادی نیز در دو طرف کارت وجود دارد. درس دادن تعاملی، چه در دوره الکترونیکی (Samimi, 2022) و چه در دوره حضوری، اهمیت بالایی دارد. در روش پیشنهادی در این مقاله، به خوبی تعامل بین مدرس و دانشجو انجام می‌گیرد.

در روش پیشنهادی، در راستای هدف آموزشی، آموزش توسط فرد یاددهنده به یادگیرنده داده می‌شود. ابتدا برای معرفی روش، یک نمونه تصویر که در آن تشابه و تناقض‌هایی در مورد موضوع مشخصی وجود دارد به دانشجویان نشان داده می‌شود. با یک مشارکت خوب در کلاس، تشابه‌ها و تناقض‌ها در کارت توسط دانشجویان فهرست می‌شوند. علاوه بر هدف آموزشی، ارزیابی به کمک این کارت‌ها می‌تواند دنبال شود. در هدف ارزیابی، دانشجو باید مشابه مثال نشان‌داده‌شده، یک کارت را طراحی کند که دارای ویژگی تشابه و تناقض باشد. سپس با به‌کارگیری کارت‌های طراحی‌شده در دیگر نیمسال‌ها از دانشجویان خواسته می‌شود تا از دیدگاه خود تشابه و تناقض‌های دیگری را بیان کنند. در ادامه، این روش در قالب

تکلیف نیز می‌تواند طرح شود. در ارزیابی چندمرحله‌ای این روش هدف‌های فرعی و اصلی فراوانی دارد که نتیجه آن بهبود روند یادگیری و ماندگاری موضوع‌های علمی است (Ghandriz et al., 2021b).

یکی از چالش‌های مهم در امر آموزش، چگونگی ارزیابی دانشجویان است (Karimpour & Mirza-vaziri, 2021). بنجامین بلوم، از نظریه‌پردازان روان‌شناسی آموزش و یادگیری است که سطح‌بندی اهداف آموزشی او با نام تاکسونومی بلوم شناخته شده است (Azuma, et al., 2003). او در نظریه‌هایش سطح‌های متفاوتی را در سه حوزه «شناختی، عاطفی و روانی حرکتی» معرفی می‌کند. دانش‌آموختگان پس از گذراندن سطح‌های قبلی قادر به انجام هر حوزه هستند.

به‌خاطرآوردن، فهمیدن، به‌کاربستن، تجزیه‌وتحلیل، نقد و ارزیابی و خلاقیت، شش سطح در مدل یادگیری بلوم در حوزه «شناختی» هستند. به کمک روش پیشنهادی در این مقاله، سطح یادگیری دانشجو در حوزه شناختی در سطح‌های میانی و بالای جدول بلوم، می‌تواند قابل سنجش باشد.

ساختار این مقاله به چهاربخش اصلی تقسیم شده است. پس از مروری بر ادبیات پژوهش، در بخش دوم روش پیشنهادی مقاله شرح داده شده است. شیوه‌های متفاوتی جهت چگونگی پیاده‌سازی در کلاس درس معرفی می‌شود. در بخش سوم، به منظور بررسی ایده پیشنهادی به تحلیل پرسش‌نامه طراحی‌شده و بازخورد دانشجویان از دیدگاه‌های متفاوت پرداخته می‌شود. در بخش چهارم نتیجه‌گیری به‌دست‌آمده از این پژوهش و همچنین ایده‌های آینده برای ادامه طرح بیان خواهد شد.

۲. روش پیشنهادی

در بخش اول، چگونگی شکل‌گیری ایده پیشنهادی در این مقاله معرفی می‌شود. سپس، در بخش دوم، آزمون‌هایی در سطح پیشرفته معرفی می‌شود. این روش توصیفی در هشت نیمسال تحصیلی در تمام مقاطع کارشناسی و تحصیلات تکمیلی اجرا شده است. از دانشجویان و همچنین اساتید در داخل و خارج از کشور بازخورد گرفته شده است. برای بررسی بهتر، در چند رشته متفاوت مهندسی، از جمله برق، مکانیک و تجدیدپذیر پیاده‌سازی شده است.

۲-۱. چگونگی شکل‌گیری ایده

این روش پیشنهادی، طراحی کارت‌های آموزشی با موضوع علمی است که در نگاه ظاهری تشابه و تناقض را پوشش می‌دهد ولی علاوه بر آن، تصاویر پشت و روی کارت با یکدیگر، نشانگر یک نکته علمی خاص هستند. روش پیشنهادی در ۴ قدم مختلف شامل طرح در آزمون، بحث و گفت‌وگو در کلاس، تکلیف و جمع‌آوری در چند نیمسال تحصیلی اجرا شده است که به ترتیب این موارد شرح داده می‌شود.

این ایده پیشنهادی، جهت آموزش‌دادن و همچنین برای ارزیابی سطح دانش و فهم دانشجویان می‌تواند به کار گرفته شود. انجام فعالیت‌ها می‌تواند به شکل گروهی و یا فردی تعریف شود. تکالیف خارج از کلاس نیز به هر دو شیوه می‌تواند انجام شود.

گام اول

معرفی روش پیشنهادی از طریق کارت موجود در شکل ۱ صورت گرفت. این کارت، تشابه و تناقض‌هایی بین یک دکل برق و مبدل DC-DC بوست (Gavagsaz-Ghoachani et al., 2013b) را نشان می‌دهد. تشابه این کارت، حروف کلمه دکل است که بیان‌گر ترتیب چیدمان المآنهای اصلی یک مبدل بوست ایده‌آل، از راست به چپ است. تناقض آن نیز مربوط به متناوب بودن برق در خطوط انتقال مرسوم و مستقیم بودن مبدل تقویت‌کننده بوست است.

تاریخچه این روش پیشنهادی، به ارزشیابی دانشجویان در یک آزمون پایانی بر می‌گردد. در یکی از پرسش‌های آزمون درس منابع و مصارف انرژی در مقطع کارشناسی ارشد، با دادن یک مثال، از آنها خواسته شد که کارتی را طراحی کنند.

صورت پرسش به این شرح بود:

«کارتی آموزشی با موضوع‌های علمی را طراحی کنید که در نگاه ظاهری، یک تناقضی در آن وجود داشته باشد. پس از طراحی کارت، ایده و مطالب علمی را مانند نمونه شرح دهید.

نمونه)

ایده: در یک سوی کارت، تصویر یک دکل که در خط انتقال هوایی برق به کار می‌رود و در سوی دیگر یک مبدل DC-DC بوست قرار دارد.

هدف: به خاطر سپردن جایگاه آنهاعناصر مبدل بوست با کلمه «دکل» (حرف «د» ابتدای عنصر دیود، حرف «ک» ابتدای واژه کلید، حرف «ل» نشانگر عنصر سلف که به احترام دانشمند لنز با L نشان داده می‌شود).

تناقض ظاهری: خطوط انتقال به طور معمول در جریان متناوب به کار برده می‌شود.

شرح: خطوط انتقال به صورت جریان مستقیم با ولتاژ بالا (High-voltage direct current یا HVDC) هم وجود دارد.

برای پاسخ به دانشجویان پیشنهاد شد که ابتدا مثال‌هایی از زندگی روزمره و یا هر موضوع دلخواه را در این قالب بنویسند. سپس با توجه به مطالب کلاس نمونه‌هایی را طراحی کنند.

در جلسه آزمون، با وجود شرایط ویژه امتحان پایانی، پاسخ‌های جالبی دریافت شد. یکی از این پاسخ‌ها به این مضمون بود:

ایده: در یک سمت کارت، یک یا چند رشته پنل‌های فتوولتاییک و در سمت دیگر یک کبریت روشن، ترسیم شده است.

هدف: یادآوری یکی از چالش‌های موجود در سامانه فتوولتاییک به نام پدیده عدم هماهنگی (mismatching) که شباهت با نام کبریت در زبان انگلیسی (match) دارد.

تناقض ظاهری: پنل‌های فتوولتاییک، به عنوان نمادی از انرژی پاک در کنار کبریت به‌عنوان

نمادی از اشیایی که تولیدکننده دود و آلایندگی است، قرار داده شده است.

شرح: به علت پدیده‌های مختلف از جمله سایه‌اندازی بر روی پنل‌های فتوولتاییک، پدیده عدم هماهنگی رخ می‌دهد که بر روی توان خروجی سامانه فتوولتاییک اثرگذار است (Gholami et al., 2020). تابش کمتر یک پنل نسبت به پنل‌های دیگر در اثر سایه‌اندازی، در شکل کبریت به‌صورت گرما قابل لمس است. افزایش دما اثر معکوس روی توان تولیدی پنل فتوولتاییک دارد در صورتی که افزایش تابش اثر مستقیمی روی میزان توان تولیدی پنل فتوولتاییک دارد. به عبارت دیگر در منحنی مشخصه توان- ولتاژ با افزایش دما، توان بیشینه کاهش و با افزایش تابش توان بیشینه افزایش می‌یابد (Afkar et al., 2022).

گام دوم

پس از برگزاری آزمون، در بین دو نیمسال، یکی از دانشجویان کلاس، تصاویری را متناسب با یکی از ایده‌های طرح‌شده در کلاس تهیه کرد. با تکمیل ایده اولیه، کارت پرس‌شده‌ای آماده شد. دو شکل به‌کارگرفته‌شده در دو طرف کارت در شکل ۲ و شکل ۳ نشان داده شده است. برای گذاشتن سر نخ بیشتر و وضوح نکته علمی نهفته‌شده در کارت، با توجه به واژه معادل پدیده عدم هماهنگی در انگلیسی یعنی کلمه میس‌مچ، دست خانمی به ایده اولیه پیشنهادی در پشت کارت اضافه شد. البته فقط تلفظ کلمه میس که برای خانم‌ها در انگلیسی به کار می‌رود، در نظر گرفته شده است و از نظر املایی این دو واژه یکسان نیستند.

شکل ۱. بیان ایده پیشنهادی در قالب یک مثال

شکل ۲ . کارت طراحی شده (روی کارت)

شکل ۳ . کارت طراحی شده (پشت کارت)

داشتن این کارت به شکل فیزیکی، انجام کار را به‌شکل‌های دیگری فراهم کرد. این کارت در کلاس دیگری مورد بررسی قرار گرفت. دانشجویان باید وجه مشترک و تفاوت دو تصویر را بیان می‌کردند. این کار به شکل یک فعالیت کلاسی انجام شد. یک داوطلب، پاسخ‌های دانشجویان را روی تابلو یادداشت می‌کرد. پاسخ‌های دانشجویان خارج از انتظار بود. دیدگاه‌های متفاوت جالبی طرح می‌شد. برخی از پاسخ‌ها در یک کلاس، در روی تابلو در شکل ۴ نشان داده شده است.

با دیدن پنل فتوولتاییک در یک سوی کارت و با دانستن این‌که از انرژی نورانی خورشید جهت تولید برق بهره گرفته می‌شود، اولین پاسخ نوشته شد. یک ویژگی منابع انرژی‌های تجدیدپذیر، از جمله خورشید، در مقابل منابع فسیلی، منبع انرژی تمام‌نشدنی آنهاست.

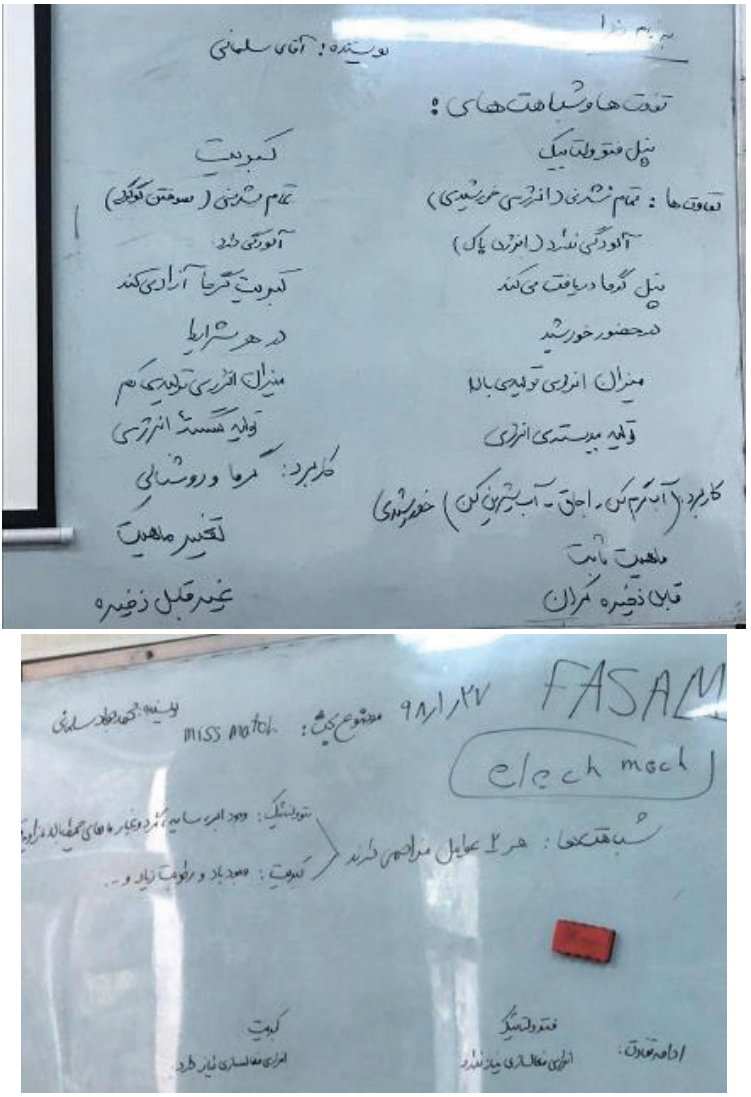
از دیگر ویژگی‌ها، آلودگی به‌کارگیری منابع فسیلی مطرح شد.

یکی از عواملی که در تولید توان پنل‌های فتولتاییک مهم است، شدت تابش است که سبب شده است دانشجویان یک نکته را به عنوان تفاوت اشاره کنند.

نکته دیگر به عدم قطعیت انرژی خورشیدی می‌پردازد که در صورت وجود نداشتن نور خورشید، نمی‌توان از این سامانه بهره گرفت.

با دیدن دیگر پاسخ‌ها می‌توان به تنوع دیدگاه‌ها و فکرهای دانشجویان پی برد. میزان، نوع تولید انرژی، کاربردهای هر سامانه، و پیامد نوع واکنش‌های شیمیایی از نظر تغییر یا حفظ ماهیت، از دیگر موارد است.

سامانه‌های فتوولتاییک می‌تواند در سامانه‌های متصل به شبکه یا جدا از شبکه به کار گرفته شود. بدیهی است که می‌توان با گذاشتن امکانات جانبی، انرژی را ذخیره کرد.



شکل ۴ .بازخوردهای دانشجویان در ارتباط با کارت در یک فعالیت کلاسی گروهی

پس از بیان موارد متفاوت، از دانشجویان خواسته شد که به طور گروهی نیز تبادل نظر کنند و مواردی دیگر روی تابلو اضافه شد. دانشجویان از نام‌بردن عوامل مزاحم برای مقایسه دو تصویر روی این کارت بهره گرفته‌اند. عامل‌هایی که اثر نامطلوب روی هر سامانه دارد نام برده شد. سایه‌اندازی، گردوغبار، دما و زاویه نصب از جمله عامل‌هایی است که در سامانه‌های فتوولتاییک نقش دارد. برای کبریت نیز عواملی دیگر بیان شد.

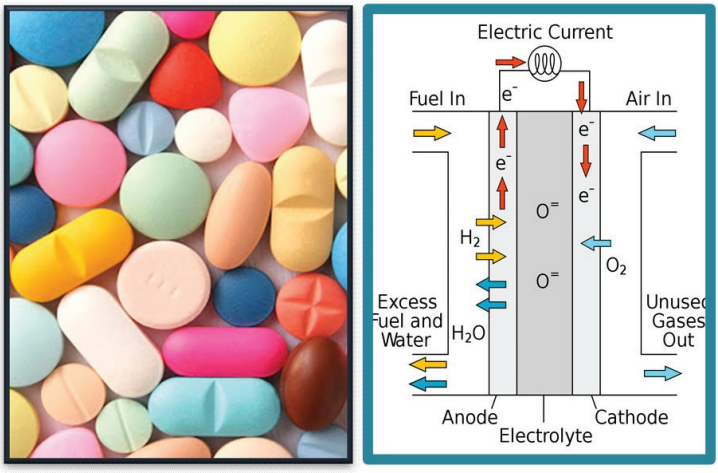
در کلاس‌های دیگر نیز موارد متفاوت بسیاری برای تشابه و تناقض توسط دانشجویان بیان شد. دقت دانشجویان و زاویه‌های نگرش هر یک از آنان قابل بررسی است.

گام سوم

در مرحله‌ای دیگر در گام سوم، دانشجویان کلاس، به عنوان تکلیف گروهی، کارت‌هایی را با رویکرد تشابه و تناقض طراحی کردند. شکل ۵ نمونه‌ای از یک کارت طراحی‌شده را نشان می‌دهد که به بیان تشابه و تناقض‌هایی در مورد ارتباط واژه قرص که در انگلیسی Pill نامیده می‌شود با پیل‌سوختی (Fuel cell) که یک مبدل انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی است، می‌پردازد. در این مثال، برای تشابه به وجود واژه پیل در هر دو عکس اشاره شده است و هضم آرام قرص، اشاره به دینامیک کند پیل‌سوختی دارد. برای تناقض این‌چنین اشاره شده است: در پیل‌سوختی تبدیل انرژی الکتروشیمیایی رخ می‌دهد و قرص در بدن از طریق فرایند شیمیایی هضم می‌شود. بدیهی است که این ایده طراحان کارت بوده است و به راحتی نکات دیگری توسط دیگر دانشجویان قابل برداشت است.

گام چهارم

در قدمی دیگر، تعدادی از دانشجویان، مجموعه‌ای از ایده‌ها و کارت‌ها را تکمیل و دسته‌بندی کردند. برای ایده‌های بیان‌شده دانشجویان در امتحان، شکل‌های مناسب تهیه شد. کارت‌های جدید نیز به این مجموعه اضافه شد. شکل ۶ یک نمونه از ایده‌های دانشجویان را با موضوع عمومی نشان می‌دهد. در یک سوی کارت، تصویر خاکستر و در سوی دیگر ظرف‌های تمیز قرار دارد. چون خاکستر آلوده بودن را در ذهن تداعی می‌کند، با ظرف‌های تمیز تناقض ظاهری دارد. در صورتی‌که خاکستر با وجود ظاهری کثیف، به دلیل قلیایی بودن در گذشته برای تمیز کردن ظروف به کار گرفته می‌شد. جلوگیری از قضاوت زودهنگام، می‌تواند یکی از اهداف این کارت باشد.



شکل ۵ . یک نمونه کارت طراحی‌شده در گام سوم

شکل ۶ . یک نمونه کارت طراحی‌شده با موضوع عمومی زندگی روزمره

۲-۲. آزمون در سطح پیشرفته

از آنجا که کارت‌های پیشنهادی، می‌تواند در یادگیری مفاهیم پایه درسی برای یادگیری هم‌زمان کلامی- دیداری به کار گرفته شود، در این بخش، قدمی در سطح پیشرفته‌تر معرفی می‌شود. در ادامه، آزمون‌هایی پیشنهاد می‌شود و در یک موضوع علمی خاص، نمونه‌ای ارائه می‌شود.

سه‌بعدی: طراحی یک کارت سه‌بعدی و یا تبدیل یک کارت آماده به سه‌بعدی، می‌تواند آزمونی برای بازخورد گرفتن از سطح یادگیری دانشجویان در مراحل پیشرفته‌تر باشد. این‌که فراگیر بتواند ایده‌ای جدید را در ذهن بیافریند و هم‌زمان ارتباطی با دو عکس در یک کارت وجود داشته باشد، کار ساده‌ای نیست.

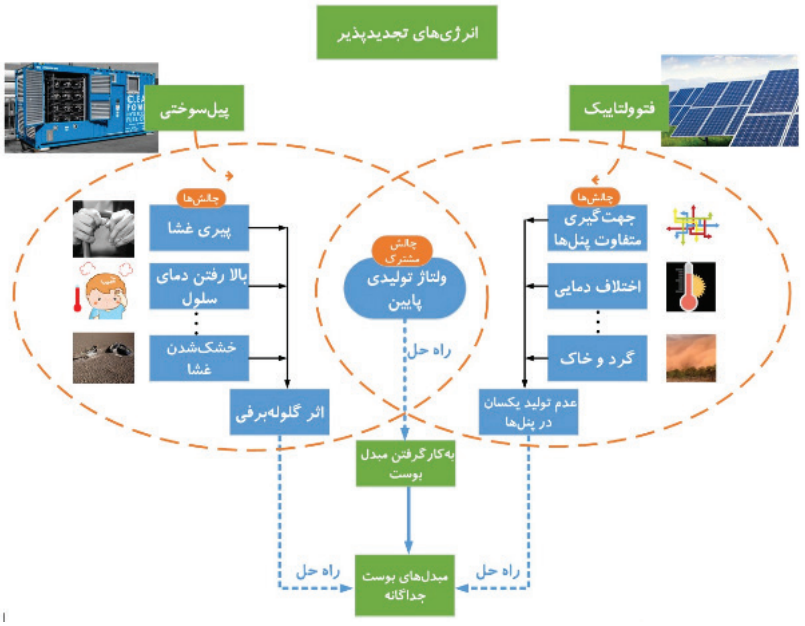
تغییر کاربری یک کارت موجود: برای اینکه بتوان در سطح وسیع‌تری از میزان یادگیری دانشجویان بازخورد گرفت، می‌توان یک کارت آماده را در اختیار آنان قرار داد و سپس با تغییر یکی از اجزای کارت، از آنها خواست که توضیحات را تکمیل کنند و هر بخش از کارت را که نیاز به تغییر دارد، شرح دهند.

به عنوان مثال، در یک کارت، می‌توان پیل‌سوختی را به جای سامانه‌های فتوولتاییک قرار داد؛ یا

در مثالی دیگر، یک نوع مبدل یا کنترل‌کننده دیگری جایگزین اجزای موجود در کارت شود.

ادامه کارت با طرح مسئله: به طور معمول اگر فراگیر بتواند طرح مسئله را برای یک موضوع علمی رسم کند، به درک خوبی از آن رسیده است.

یک نمونه از معرفی یک طرح مسئله به کمک یک کارت موجود در شکل ۷ نشان داده شده است (Afkar et al., 2022).



شکل ۷ . یک نمونه طرح مسئله در سامانه‌های فتوولتاییک و پیل‌سوختی

پنل‌های فتوولتاییک و پیل‌سوختی از سامانه‌های پرکاربرد در انرژی‌های تجدیدپذیر در این شکل نشان داده شده است. بدیهی است که در کنار مزایا و کاربردهای زیاد آنها، به‌کارگیری این سامانه‌ها با برخی مشکلات روبه‌رو است.

همان‌طور که شکل ۷ نشان می‌دهد، در سامانه‌های فتوولتاییک، عواملی مانند سایه‌اندازی، گردوغبار، جهت‌گیری متفاوت و اختلاف دمایی پنل‌ها نسبت به یکدیگر وجود دارد. این موارد می‌توانند سبب ایجاد پدیده عدم هماهنگی در تولید توان پنل‌ها شوند. این امر موجب به وجود آمدن خطا در الگوریتم پیدا کردن نقطه بیشینه توان می‌شود. به عبارت دیگر، امکان دارد الگوریتم کنترلی نتواند بیشترین مقدار توان مطلق سامانه را پیدا کند که این امر سبب ایجاد خطا در این روش می‌شود. یکی از روش‌های حل این مشکل، به‌کارگیری مبدل‌های DC-DC است، به‌گونه‌ای که هر پنل، مبدل اختصاصی خود را داشته باشد و کنترل از طریق آن صورت‌گیرد. در این صورت الگوریتم کنترل دچار

خطا و چندقلگی نخواهد شد.

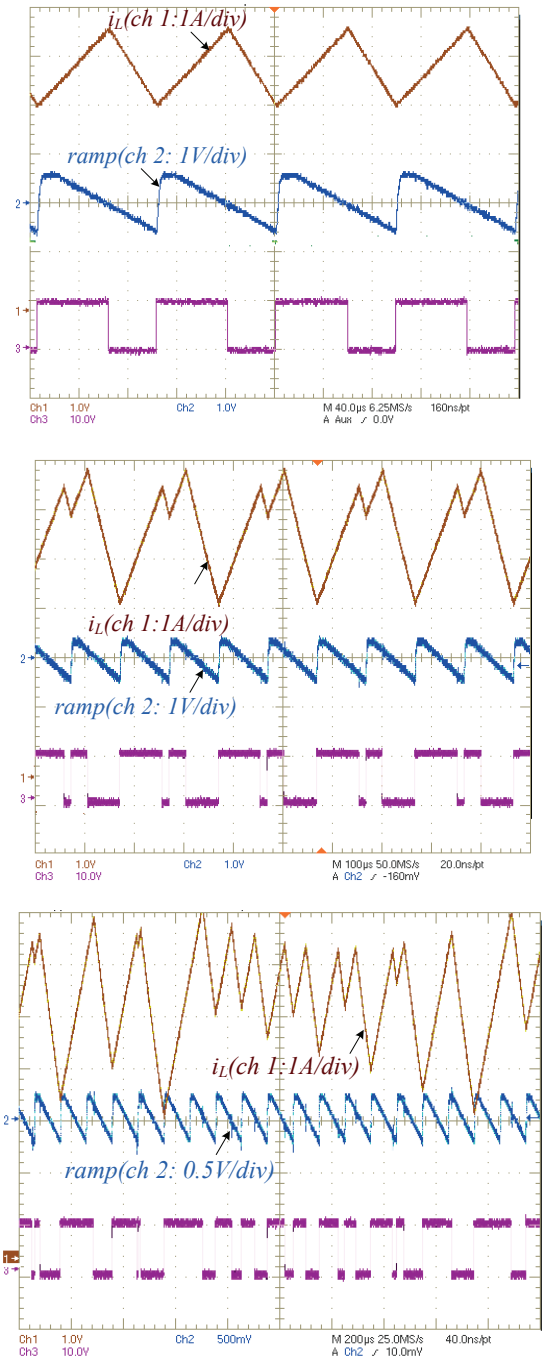
یکی از چالش‌های موجود در سامانه پیل‌سوختی، پدیده‌ای به نام اثر گلوله‌برفی است (شکل ۷). در این پدیده به دنبال واکنش‌های پی‌درپی، امکان دارد پیل‌سوختی آسیب ببیند. در این فرایند، خشک شدن غشا، یکی از عامل‌های مهم در از دست رفتن سلول است. یکی از راه‌حل‌های پیشنهادی، تنظیم آب به عنوان یکی از محصولات خروجی پیل‌سوختی است. با تنظیم جریان پیل‌سوختی به کمک مبدل DC-DC، می‌توان میزان آب تولیدشده را کنترل کرد. یکی از راه‌حل‌ها، به‌کارگیری مبدل‌های DC-DC جداگانه برای هر سلول است.

از سوی دیگر، در سامانه‌های پیل‌سوختی و فتوولتاییک، ولتاژ تولیدی پایین است. بنابراین مبدل‌های DC-DC به‌کارگرفته‌شده در این دو سامانه، باید از نوع تقویت‌کننده باشد. برای افزایش بیشتر ولتاژ خروجی، می‌توان این مبدل‌ها را با یکدیگر سری کرد.

تحقیق در سطح‌های بالاتر: می‌توان فقط به موضوع‌های علمی در چارچوب طرح درسی بسنده نکرد و دانشجویانی را که علاقه‌مندی بیشتری به پژوهش دارند، ترغیب کرد تا پژوهش‌های جدید را رصد کنند. به طور معمول چالش‌هایی در هر موضوع علمی می‌تواند وجود داشته باشد که پژوهشگران در طی چندین سال، راهکارهای متفاوتی را برای آنها ارائه داده‌اند و طبق اصول تثبیت‌شده، مشغول به کار هستند. گاهی یک نگاه و رویکرد جدید می‌تواند نقطه عطفی برای شروع برخی پژوهش‌های نوین باشد که دانشجویان را می‌توان به شناخت این دسته مسائل ترغیب کرد.

برای وضوح بهتر، یک مثال در زمینه مهندسی بیان می‌شود. رژیم‌های کاری متفاوتی می‌تواند وجود داشته باشد و بسیاری از عامل‌ها می‌تواند بر پایداری سامانه اثر بگذارد (شکل ۸). در بحث طراحی، مهندسان به‌گونه‌ای این امر را انجام می‌دهند که سامانه رفتاری منظم داشته باشد. به عبارتی دیگر، داشتن رفتار Tپریودی مطلوب است (شکل ۸- بالا) و سامانه در این حالت، پایدار است. رفتارهای چندپریودی (شکل ۸- پایین، راست) یا آشوبناک (شکل ۸-پایین، چپ) مطلوب نیست. ولی نکته مهم این است که از سوی دیگر، در پژوهش‌های سال‌های اخیر دانشمندانی به دنبال بهره گرفتن از بخش‌های چندپریودی و حتی آشوبناک سامانه هستند.

تقویت خلاقیت: می‌توان یک تصویر از کارت را در اختیار دانشجویان قرار داد و از آنان خواست تا سوی دیگر را طراحی کنند و نکته علمی ویژه کارت را به همراه تشابه‌ها و تناقض‌ها، با خلاقیت خود در تصویر بگنجانند. این فعالیت سطح بالایی از شناخت مطلب علمی را نیاز دارد.



شکل ۸ . رژیم‌های کاری متفاوت در یک سامانه (بالا): پریودی، (پایین-راست): دوپریودی، (پایین-چپ): آشوبناک

۳. نتایج نظرسنجی

ایده پیشنهادی در این مقاله، در هشت نیمسال تحصیلی اجرا شده است. دانشجویان در مقطع‌های کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری بوده‌اند. تعداد دانشجویان بیشتر از صد نفر بوده است. کارت‌ها در درس‌های متفاوتی از جمله منابع و مصارف انرژی، سامانه‌های هیبرید انرژی و میکروگرید، انرژی بادی و مبانی برق اجرا شده است. در دو بخش متفاوت، نظر دانشجویان و اساتید متخصص پرسیده شده است. در ادامه نتایج ارائه می‌شود.

۳-۱. بخش اول- دانشجویان

در بخش اول، برای بررسی روش پیشنهادی پرسش‌نامه‌ای تهیه شد و از دانشجویانی که در فعالیت کلاسی حضور داشتند، خواسته شد تا به سوال‌ها پاسخ دهند. دو دسته پرسش چندگزینه‌ای و تشریحی داده شد. شکل ۹ تا شکل ۱۲، پرسش و بازخورد دانشجویان به سوال‌های طرح‌شده چندگزینه‌ای را نشان می‌دهد.

طبق قسمت اول پرسش‌نامه (شکل ۹)، نتیجه‌ها نشان می‌دهد که ٪۶۲ افراد در آموزش به تصویرها و ٪۱۸ به جدول‌ها دقت می‌کنند. سؤال دوم (شکل ۹)، بازخورد دانشجویان را برای به‌کارگیری تصویرها به روش ترکیبی تشابه و تناقض، نشان می‌دهد. ٪۷۱ دانشجوها تشابه و تناقض را در کنار هم انتخاب کرده‌اند.

در سؤال سوم ٪۶۹ از دانشجوها، تلفیق سه روش شنیداری، تحلیلی و دیداری را روشی مناسب دانسته‌اند (شکل ۱۰).

در سؤال چهار و پنج (شکل ۱۱)، به ترتیب مزیت‌ها و محدودیت‌های این روش بیان شده است. در ارتباط با برتری روش پیشنهادی و مزایای آن، نتیجه‌های نظرسنجی نشان می‌دهد که این روش ٪۲۹ به ماندگاری بیشتر در ذهن، ٪۲۷ درک بهتر، ٪۲۲ افزایش خلاقیت و ٪۲۲ به برقراری ارتباط ساده‌تر کمک می‌کند.

بررسی‌ها در رابطه با محدودیت‌ها در سؤال ۵ پرسش‌نامه، نشان می‌دهد، ٪۵۹ از دانشجوها عیبی را برای این روش در نظر ندارند و این روش را برای آموزش، مناسب در نظر گرفته‌اند و ٪۲۵ به وقت‌گیر بودن روش پیشنهادی اشاره کرده‌اند.

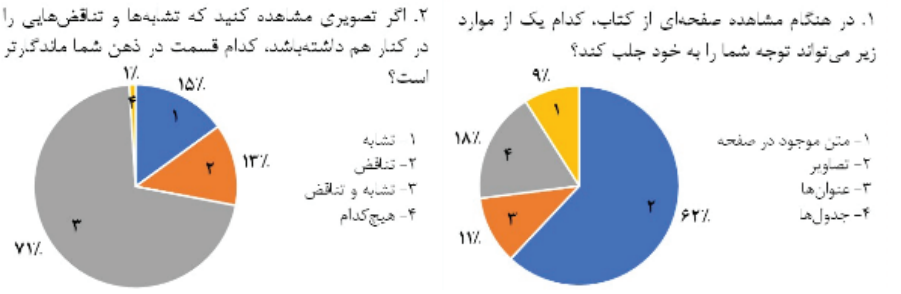
در بخش ششم پرسش‌نامه، دانشجویان برای این روش نمره‌ای در نظر گرفتند (شکل ۱۲). نتیجه‌ها نشان می‌دهد که این روش مورد رضایت بیش‌تر دانشجوها قرار گرفته است.

در انتها در یک بخش تشریحی، از دانشجوها خواسته شد تا نظر خود را در قالب چند کلمه نسبت به مزیت‌ها و عیب‌های روش بیان کنند. نتیجه بازخوردها در این دو سؤال، نشان می‌دهد که تصویرها اثر مثبتی در یادگیری و تقویت حافظه دیداری دارد. تصویرها به عنوان یک ابزار آموزشی تلفیقی می‌تواند سه روش یادگیری شنیداری، تحلیلی و تصویری را در خود جای دهد. به‌کارگیری تشابه و تناقض در کنار

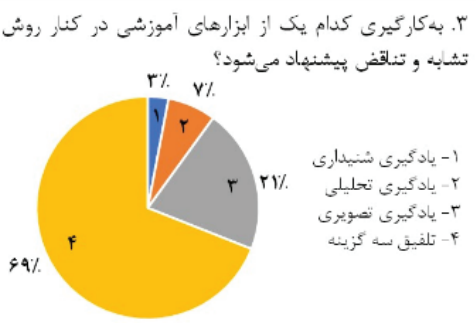
یکدیگر سبب جذابیت و اثرگذاری بیشتر روش پیشنهادی می‌شود. با افزایش خلاقیت در طراحی تصویر و ایجاد تشابه و تناقض‌های مرتبط با موضوع علمی مورد پژوهش، می‌توان بازدهی بالاتری ایجاد کرد.

آنها اظهار داشته‌اند که به علت جدید بودن روش، طراحی کارت‌ها برای برخی از دانشجوها وقت‌گیر است، اما به‌مرورزمان سبب افزایش خلاقیت و قدرت استدلال می‌شود که نتیجه آن رسیدن به هدف‌های عالی آموزشی خواهد بود.

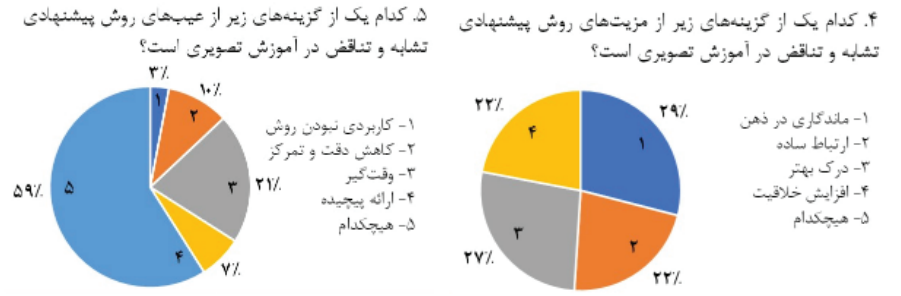
به کمک این روش، سطح یادگیری و شناختی دانشجو در سطح‌های میانی و بالای جدول بلوم (Azuma et al., 2003) .قابل سنجش است.



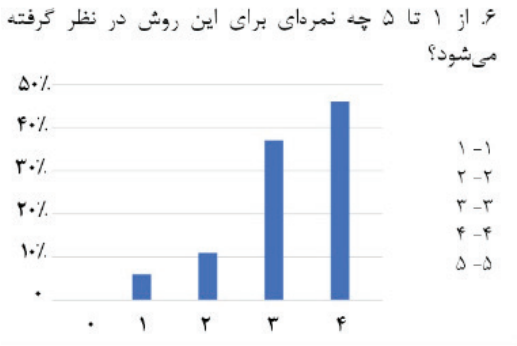
شکل ۹ .نظرسنجی از دانشجویان در روش پیشنهادی - پرسش یک و دو



شکل ۱۰ .نتایج نظرسنجی- پرسش سوم



شکل ۱۱ .نظرسنجی از دانشجویان در روش پیشنهادی - پرسش چهار و پنج



شکل ۱۲ .نتایج نظرسنجی- پرسش شش

۳-۲. بخش دوم- اساتید

در بخش نظرسنجی از اساتید، نظر چند تن از صاحب‌نظران، در ارتباط با روش پیشنهادی در این مقاله پرسیده شده است. برخی از نظرهای اساتید غیرفارسی‌زبان، به فارسی برگردانده شده است. پاسخ‌ها به این شرح است:

پاسخ ۱- به‌کارگیری روش‌های ابتکاری و جدید در تدریس، از جمله تصویرسازی ذهنی و تداعی معانی می‌تواند خیلی مؤثر و مفید باشد. این روش پیشنهادی بسیار جالب و نوآورانه است و به طور قطعی، می‌تواند در ذهن دانشجویان اثر زیادی داشته باشد و همچنین، انگیزه خوبی برای یادگیری دانشجویان ایجاد می‌کند.

پاسخ ۲- این روش، از یک سو برای معرفی موضوع‌ها و آنها عناصر جدید به دانشجویان مناسب است. از سوی دیگر، می‌توان آن را برای سنجش دانشجویان به کار گرفت. با این حال، رویکرد آموزشی ممکن است برای دانشجویانی که از قبل انگیزه بالایی دارند، لازم نباشد.

پاسخ ۳- به قول نیلز بور، متخصص کسی است که تمام اشتباه‌های ممکن را در یک زمینه بسیار محدود مرتکب شده باشد. برای همین، روش پیشنهادی، بسیار اثرگذار در دقت و به‌کارگیری مستمر از ذهن دانشجویان است.

پاسخ ۴- با توجه به پیشرفت میان‌رشته‌ای، روش معرفی‌شده برای دانشجویان بسیار مفید خواهد بود.

پاسخ ۵- به‌کارگیری شباهت و تضاد، از شگردهای متداول روش‌های یادسپاری است و به‌کارگیری این روش‌ها می‌تواند به یادگیری سریع‌تر مباحث و معانی جدید به دانشجویان کمک کند.

پاسخ ۶- یکی از اساتید خارج از کشور با ارسال کارت جدیدی به همراه بازخوردهای دانشجویان در درس الکترونیک قدرت پایه، به نظرسنجی به این طرح پاسخ داد (شکل ۱۳). به عنوان مثال، تشابه حرکت الکترون‌های آزاد با خودروها، و نیز پهنای جاده با سطح مقطع کابل در نظر گرفته شده است.

تعداد خودروها در ثانیه و مقدار بار در ثانیه که مقدار جریان را تشکیل می‌دهد، نکته دیگری است. آلودگی هوا و خودروهای برقی از دیگر موارد مورد بحث است.

پاسخ ۷- بیان تصویری یا پشتیبانی از یک عبارت با ذکر مثال و تصویر به صورت چندرسانه‌ای بسیار در یادگیری مطالب مثمرثمر بوده و در حافظه دانشجو نقش می‌بندد.

شکل ۱۳ .یک کارت با هدف معرفی جهت الکترون‌های آزاد و جهت قراردادی جریان الکتریکی

۴. بحث

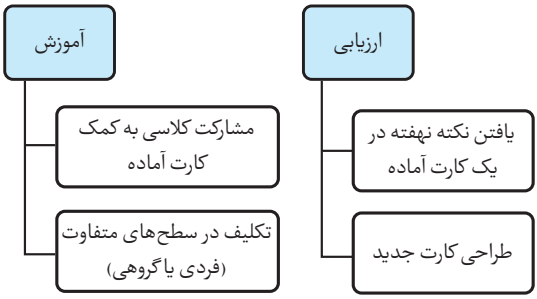
از جمله خلاءهای موجود در امر آموزش و نیز ارزیابی، این است که ذهن دانشجویان کمتر به چالش کشیده می‌شود. در بخش آموزش، دانشجویان بیشتر به روش‌های یک‌سویه عادت کرده‌اند و برای یادگیری تلاشی نمی‌کنند. مطالب به شیوه سنتی قدیمی بیان می‌شود. در بخش ارزیابی، در بیشتر موارد پرسش‌های آزمون‌ها، سطح پایینی از یادگیری در حوزه شناختی را اندازه‌گیری می‌کنند.

عوامل بسیاری در کیفیت آموزشی نقش دارند. زمینه‌سازی مشارکت دانشجویان، از جمله مولفه‌های مهم در این امر، به شمار می‌رود (Darabi, 2022). روش پیشنهادی در این مقاله، در بخش آموزشی می‌تواند مشارکتی عالی را از دانشجویان به همراه داشته باشد. همان‌طور که شکل ۱۴نشان می‌دهد، به کمک کارت‌های ازپیش‌طراحی‌شده، می‌توان بحث را در کلاس برای یافتن موضوع و نکات نهفته در تصاویر آغاز کرد. در ادامه آن طراحی کارت‌های جدید، چه در کلاس و چه در خارج از کلاس، نتایج خوبی را به همراه خواهد داشت.

تفکر انتقادی از دیگر مقوله‌ها در امر آموزش است. از این موضوع، برای ایجاد انگیزه در فرایند یادگیری نام برده می‌شود (Tahmasebzadeh Sheikhlar, et al., 2022). وقتی فراگیر برای امر یادگیری و تثبیت آن تلاش می‌کند، از یک سو یادگیری معناداری در وجودش پرورش می‌یابد و از سوی دیگر برخی مهارت‌ها را نیز تجربه می‌کند. در صورت امکان، بهتر است کارت‌های طراحی‌شده توسط دانشجویان، توسط خود آنها (در قالب فردی یا گروهی) ارائه شود.

در دانشجویان زیادی، باور نداشتن به کارآمدی، می‌تواند سبب ناتوانی پژوهشی شود (Seyedi Nazarloo et al., 2022). به‌کارگیری کارت‌های طراحی‌شده توسط دانشجویان در کلاس‌های دیگر و حتی در سال‌های دیگر سبب رضایت‌مندی در آنان خواهد شد و می‌تواند اثر مثبتی در کارکرد پژوهشی آنان نیز داشته باشد.

موضوع مهمی که در سال‌های اخیر در دانشگاه‌های نسل چهار مطرح شده است، خدمت به جامعه است (Azar, 2021). داشتن حس اعتمادبه‌نفس و ذهن خلاق در دانشجویان می‌تواند آنها را به این سو رهنمون سازد. حتی ایده اقتصادی به کمک این کارت‌ها بیراه نخواهد بود.



شکل ۱۴. شیوه‌های اجرا و به‌کارگیری کارت‌ها

در روش پیشنهادی، داده‌ها به روش‌های گوناگونی جمع‌آوری شده است. هر یک از آنها اثربخشی مناسب این روش را نشان داده است. مشاهده، اسناد، مصاحبه و پرسش‌نامه از جمله این موارد هستند که در ادامه شرح داده می‌شود.

- مشاهده: شرکت فعال دانشجویان در بحث مربوط به کارت، نشانگر جذب خوب مخاطب است. بیان نکات مختلف علمی در بخش شباهت‌ها، تضاد و تناقض‌ها به پویایی بحث و طرح مطالب علمی حتی جدید در کلاس درس کمک می‌کند.
- اسناد: پاسخ‌های دانشجویان در تکالیف یا در آزمون‌ها برای طرح کارت جدید یا تحلیل یک کارت داده‌شده، حکایت از توانایی برای ارزشیابی دقیق و جامع استاد در سطح بالایی از هرم شناختی بلوم است.
- مصاحبه: از ابتدای شکل‌گیری این ایده تا کنون، آرا و پیشنهادهای صاحب‌نظران چه در داخل و چه خارج از کشور گرفته شده است. برای گسترش این روش پیشنهادی در دیگر دانشگاه‌ها، زمینه‌هایی انجام شده است.
- پرسش‌نامه: در رشته‌های متفاوت مهندسی و مقطع‌های متفاوت، نظرسنجی از دانشجویان انجام شده است و رضایت‌مندی دانشجویان در بازخوردهای گرفته‌شده، راه را برای ادامه و توسعه این طرح هموار کرده است.

۵. نتیجه‌گیری

در این مقاله، طراحی و چگونگی به‌کارگیری کارت‌های تشابه و تناقض معرفی شد. نمایش دیداری

اطلاعات، باعث ایجاد خلاقیت و نوآوری در طراحی و آزادی تفکر در دانشجو می‌شود. طراحی تصویرها می‌تواند داده‌های کمی و کیفی را با بیان شیوه‌های جدید با جذابیت بهتر و ایجاد انگیزه در دانشجویان منتقل کند.

این ایده در چند گام پیاده‌سازی شد. در قدم اول، با دادن یک ایده اولیه، پاسخ‌هایی از دانشجویان در یک آزمون دریافت شد و سپس این پاسخ‌ها تکمیل و در قالب کارت طراحی شد. در قدم دوم برای تعامل بین دانشجویان، کارت‌های تکمیل‌شده آزمون به دانشجوهای کلاس‌های دیگر نشان داده شد. دانشجوها تشابه‌ها و تناقض‌هایی را مطابق با برداشت خود برای هر کارت، روی تابلو نوشتند و به بررسی آنها پرداختند.

با توجه به توانمندی‌ها و دیدگاه‌های متفاوت دانشجویان، برداشت‌های زیادی برای هر کارت نوشته شد. به راحتی می‌توان میزان و همچنین سطح یادگیری دانشجویان را اندازه گرفت. وجود یک نکته ویژه در هر کارت، انگیزه دانشجویان را برای رسیدن به آن موضوع خاص بالا می‌برد، بحث ادامه پیدا می‌کرد تا دانشجویان به نکته مورد نظر برسند.

در گام سوم، در دو حالت فردی و گروهی می‌توان تجربه طراحی کارت‌ها را به دانشجویان سپرد. با ارائه هر کارت به شکل گروهی یا فردی در کلاس، دانشجویان توانستند تجربه خوبی کسب کنند. پاسخ‌های دانشجویان برای رسیدن به نکته ویژه طراحی‌شده، می‌تواند بازخوردی مناسب برای طراح یا طراحان کارت به شمار آید.

در گام انتهایی با دیدن مجموعه‌ای از این کارت‌ها، می‌توان زیبایی اندیشه‌ها و فکرهای متفاوت را به خوبی درک کرد و آنها را به دانشجویان نشان داد. دیدگاه‌های متفاوت و روش‌های فکرکردن متفاوت، سبب تقویت نگرش‌ها در دانشجو می‌شود. از سوی دیگر می‌تواند مشوقی جهت انجام کارهای گروهی باشد.

در سطحی پیشرفته‌تر، که نیاز به درک کامل به یک موضوع علمی دارد، می‌توان از این کارت‌ها نیز بهره گرفت. چند ایده پیشنهادی در این راستا معرفی شد. مدرس، بسته به موضوع کارت‌های موجود، می‌تواند روشی مناسب را از بین این آزمون‌های گوناگون انتخاب کند.

نتیجه نظرسنجی و بررسی‌های انجام‌شده در کلاس نشان داد که ایجاد تصویرها، با در نظر گرفتن تشابه‌ها و تناقض‌ها، مهارت‌های شناختی مانند تفسیر، تحلیل، خلاقیت، به یاد سپردن و ارزیابی را در دانشجو تقویت می‌کند. این روش باعث می‌شود تا توانایی ذهنی و به کار بردن داده‌ها در دانشجو افزایش پیدا کند و در هدف‌های آموزشی در بلندمدت و کوتاه‌مدت اثر بگذارد. اثرگذاری این روش در دو بازه کوتاه‌مدت و بلندمدت مورد بررسی قرار گرفت. اثر کوتاه‌مدت این روش انتقال سریع مفاهیم، ارتباط ساده، درک بهتر، جذابیت ظاهری و انتقال مفاهیم پیچیده به زبانی ساده است. در بلندمدت، این روش باعث تقویت مهارت‌های شناختی-دیداری، افزایش خلاقیت و نوآوری، ماندگاری در ذهن، افزایش کارایی در آموزش و افزایش قدرت تجزیه‌وتحلیل می‌شود. نظرسنجی و بازخورد این روش در بین دانشجویان، نشان داد که روش پیشنهادی، مزیت‌های قابل ملاحظه‌ای دارد و از جهات متفاوتی مورد

رضایت دانشجویان قرار گرفته است.

نظر تخصصی اساتید، سبب تشویق در ادامه کار شد و همچنین زمینه را برای گسترش کار و انجام همکاری‌های مشترک ایجاد کرد.

از کارهای آینده در این روش می‌توان به اقتصادی کردن طرح فکر کرد. روش‌های به‌کارگیری دانشجویان برای پیشنهاد هر ایده، دسته‌بندی شود و این روش‌ها به دیگر دانشجویان انتقال داده شود. در این راستا، از توانمندی‌های مختلف دانشجویان برای خلق جذاب‌تر کارت‌ها بهره گرفت.

تشکر و قدردانی

از تمامی اساتید و دانشجویان عزیز که در این مسیر ما را یاری کرده‌اند، سپاسگزاری می‌شود.

References

- Afkar, M., Gavagsaz-Ghoachani, R. Phattanasak, M. Martin, J.-P. & Pierfederici, S. (2022). Proposed system based on a three-level boost converter to mitigate voltage imbalance in photovoltaic power generation systems. *IEEE Trans. Power Electron.* (37)2, 2264-2282.
- Afkar, M., Jebreilzadeh, M., Gavagsaz-Ghoachani, R., & Phattanasak, M. (2019). A teaching method based on storytelling of a student social activity in renewable energy education. *2019 6th International Conference on Technical Education (ICTechEd6)* (pp. 1-6). IEEE.
- Alshehri, M. A. & Ebaid, M. (2016). The effectiveness of using interactive infographic at teaching mathematics in elementary school. *Br. J. Educ.* 4(3), 1-8.
- Alyahya, D. (2019). Infographics as a learning tool in higher education: The design process and perception of an instructional designer. *Int. J. Learn. Teach. Educ. Res.* (18)1, 1-15.
- Azar, K. (2021). Effective dimensions and components of the promotion of the fourth generation university: Qualitative analysis viewpoint of higher education system's experts. *Iranian Journal of Engineering Education*, 23(91) [In Persian].
- Azuma, M. Coallier, F. & Garbajosa, J. (2003). How to apply the bloom taxonomy to software engineering. *Eleventh Annual International Workshop on Software Technology and Engineering Practice*, 117-122.
- Darabi, M. (2022). Dimensions and components of training quality of faculty members: a meta-synthesis study. *Iranian Journal of Engineering Education*, 23(92), 71-106 [In Persian].
- Gavagsaz-Ghoachani, Phattanasak, M. Martin, j,p. Pierfederici, S. & Davat, B. (2013b). Predicting the onset of bifurcation and stability study of a hybrid current controller for a boost converter. *Math. Comput. Simul*, (91), 262-273.
- Gavagsaz-Ghoachani, Martin, J. P., Nahid-Mobarakeh, B., & Davat, B. (2013a). An e-learning tool for power control and energy management in DC microgrids. *2013 7th IEEE International Conference on e-Learning in Industrial Electronics (ICELIE)* (pp. 102-107), IEEE.
- Ghandriz, Y., Noorbakhsh, S. M. Z., Gavagsaz-Ghoachani, R., & Phattanasak, M. (2021a). Effect of wide observation of nature in renewable energy engineering education. *2021 Research, Invention, and Innovation Congress: Innovation Electricals and Electronics (RI2C)* (pp. 193-198). IEEE.
- Ghandriz, Y., Soleimani, H., Noorbakhsh, S. M. Z., & Gavagsaz-Ghoachani, R., (2021b). Application of the methods of similarity and contradiction images in engineering education. *7 th Iran Conference of Engineering Education* [In Persian].
- Gholami, P., Gavagsaz-Ghoachani, R., & Phattanasak, M. (2020). Photovoltaic potential assessment and dust impacts on photovoltaic systems in Iran: Review Paper. *IEEE Journal of Photovoltaics*, (10)3, 824-837.
- Karimi, P., Gavagsaz-Ghoachani, R., & Phattanasak, M. (2021). Investigating the transfer of scientific content

with the help of comic stories at a level of higher education. *2021 Research, Invention, and Innovation Congress: Innovation Electricals and Electronics (RI2C)* (pp. 205-210). IEEE.

- Karimpour, A., & Mirzavaziri, M. (2021). The effect of evaluation with feedback on the academic achievement of engineering students in virtual education. *Iranian Journal of Engineering Education*, 23(91), 1-11 [In Persian].
- Koryakovtseva O.A., Bugaychuk, E. V. S. T. V. & Modnov, S. I. (2019). Contradictions and meanings of modern vocational education: research results. *Social & Behavioural Sciences 19 th PCSF 2019 Professional Culture of the Specialist of the Future.*
- Lapitan, L. D., Tiangco, C. E. Sumalinog, D. A. G. Sabarillo, N. S. & Diaz, J. M. (2021). An effective blended online teaching and learning strategy during the COVID-19 pandemic. *Educ. Chem. Eng.* (35), 116-131.
- Lupyan, G. (2015). The centrality of language in human cognition. *Language Learning*, 66(3), 1-38.
- Magoha, P. W. (2002). Effective methods and tools for training engineers and technologists : regional trends. *World Trans. Eng. Technol. Educ.* (1)2, 209-216.
- Ozdamli, F., Kocakoyun, S. Sahin, T. & Akdag, S. (2016). Statistical reasoning of impact of infographics on education. *Procedia Comput. Sci.* (102), 370-377.
- Pourreza-Movahed, Z., Kabiri-Sedeh, M., Gavagsaz-Ghoachani, R., & Phattanasak, M. (2019). Science-based discussions using imaginative stories as a method of teaching in Urine microbial fuel cells. *2019 6th International Conference on Technical Education (ICTechEd6)* (pp. 1-6), IEEE.
- Sadat Sakkak, S. A. Afkar, M., Gavagsaz-Ghoachani, R., & Phattanasak, M. (2021). Transfer of a scientific concept in the field of renewable energy with a creative group work. *In 2021 Research, Invention, and Innovation Congress: Innovation Electricals and Electronics (RI2C)* (pp. 187-192). IEEE.
- Samimi, M. H. (2022). Enrichment and improvement of e-learning with interactive teaching using practical activities and software capabilities. *Iranian Journal of Engineering Education*, 24(94), 61-84 [In Persian].
- Seyedi Nazarloo, S. T., Tahmasebzadeh Sheikhlar, D., Ghaderi, S., & Mohammadi poya, S. (2022). The Relationship between educational interaction and academic satisfaction with student self-efficacy. *Iranian Journal of Engineering Education*, 24(93), 87-104 [In Persian].
- Tahmasebzadeh sheikhlar, D., Pashaeifakhr, A. S., & Kashi, F. (2021). The role of critical thinking and entrepreneurial spirit in predicting burnout and academic procrastination of engineering students. *Iranian Journal of Engineering Education*, 23(91), 75-94 [In Persian].
- Young, J., Bridgeman, M. B. & Hermes-DeSantis, E. R. (2019). Presentation of scientific poster information: Lessons learned from evaluating the impact of content arrangement and use of infographics. *Curr. Pharm. Teach. Learn.* (11)2, 204-210.
- Yousefi, A., Gavagsaz-Ghoachani, R., & Phattanasak, M. (2021). Attractive educational strategy based on the story that hybrid vehicles integrated with the human family. *In 2021 Research, Invention, and Innovation Congress: Innovation Electricals and Electronics (RI2C)* (pp. 199-204). IEEE.

رقیه گوگ‌ساز قوچانی: مدرک کارشناسی ارشد خود را از مؤسسه ملی پلی‌تکنیک لورن (INPL)، نانسی فرانسه، در سال ۲۰۰۷، و مدرک دکتری را از دانشگاه لورن فرانسه (Université de Lorraine) در سال ۲۰۱۲، هر دو در رشته مهندسی برق، دریافت کرد. در حال حاضر، عضو هیئت‌علمی گروه مهندسی انرژی‌های تجدیدپذیر دانشگاه شهید بهشتی تهران است و به‌عنوان یک پژوهشگر با لابراتوارهای تحقیقاتی LEMTA وGREEN در فرانسه همکاری دارد. علایق تحقیقاتی او شامل مطالعه پایداری، کنترل سامانه‌های الکترونیک قدرت، آموزش مهندسی و سامانه‌های انرژی تجدیدپذیر است.