فصلنامه آموزش مهندسی ایران، سال بیست و پنجم، شماره ۹۷، بهار ۱۴۰۲، صص.۹۵-۶۵

ماندگارسازی رابطه توان خودرو به کمک تصاویر مناسب

پرهام کریمی[۱] و رقیه گوگ‌ساز قوچانی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۴/۳، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۹/۱۹

DOI: 10.22047/ijee.2022.348698.1920

چکیده: در مهندسی‌های گوناگون، فرمول‌ها نقش اساسی دارند. روابط خشک ریاضی چالشی همیشگی برای دانشجویان بوده است. اگر بتوان با روش‌های ابتکاری، جذابیتی را برای به خاطر سپردن مولفه‌های متفاوت موجود در فرمول‌ها به کار گرفت، انگیزه خوبی برای شناخت عمیق‌تر روابط ریاضی در دانشجو ایجاد می‌شود. در این مقاله، این امر برای رابطه توان خودرو اجرا می‌شود. ایده پیشنهادی به کمک تصاویر گوناگون شکل می‌گیرد. انتخاب یک تصویر مناسب که گویای یک مفهوم باشد، نکات ظریفی را به همراه دارد. با دیدن این تصاویر و پاسخ‌های دریافت‌شده، می‌توان تصاویر مناسب را انتخاب کرد. روش‌های متفاوت برای اجرا در کلاس معرفی می‌شود. این شیوه‌ها در قالب فعالیت کلاسی و همچنین تکلیف خارج از کلاس بیان می‌شود. جهت اجرا می‌توان به خوبی از مشارکت دانشجویان در کلاس بهره گرفت. تکالیف نیز می‌تواند به صورت فردی یا گروهی تعیین شود. تنوع در روش‌های به‌کارگرفته‌شده و نوع تمرین‌ها می‌تواند هر یک، بخشی از مهارت‌های دانشجویان را تقویت کند. این شیوه در طی چندین نیم‌سال تحصیلی در مقطع کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکترا اجرا شده است. نظرسنجی از دانشجویان اثربخش بودن روش پیشنهادی را در ماندگارسازی مولفه‌های موجود در یک فرمول ریاضی نشان می‌دهد.

واژگان کلیدی: آموزش اثربخش، توان خودرو، تصویر، فرمول ریاضی

۱- پژوهشگر، گروه مهندسی انرژی‌های تجدیدپذیر - دانشکده مهندسی مکانیک و انرژی - دانشگاه شهید بهشتی تهران.
parh.karimi@mail.sbu.ac.ir

۲- استادیار، گروه مهندسی انرژی‌های تجدیدپذیر - دانشکده مهندسی مکانیک و انرژی - دانشگاه شهید بهشتی تهران. (نویسنده مسئول).
roggav@yahoo.com

۱. مقدمه

امروزه گستردگی مطالب آموزشی و همچنین گوناگونی سبک دانشجویان از لحاظ ذهنیت یادگیرنده و متفاوت بودن سبک اساتید از نظر شیوه آموزش، نیاز به روش‌های متفاوت آموزش را بیش‌تر از پیش نشان می‌دهد (Afkar et al., 2019). کشورهای پیشرفته بودجه‌های بالایی برای آموزش درست تصویب می‌کنند (Reynolds, 2018). روش‌های متفاوت و اهداف مهمی در آموزش وجود دارند (Gandomzadeh et al., 2019). از جمله روش‌های جذاب، به داستان، شعر و بازی می‌توان اشاره کرد (Pourreza-Movahed et al., 2019). سبک‌های متفاوت یادگیری و آموزش وجود دارد. از جمله این سبک‌ها یادگیری از طریق آموزش دیداری است. در سبک یادگیری با آموزش دیداری، تلاش می‌شود تا به کمک عکس، تصویر و نمودار ماندگاری مطالب و مفاهیم علمی در ذهن مخاطب بیشتر شود (Memarian, 2012).

تصویر یکی از روش‌هایی است که در آموزش می‌تواند بسیار کاربردی باشد. یکی از ویژگی‌های تصویر این است که می‌تواند به دانشجو در به خاطر سپردن موضوع‌ها کمک کند. تصویر و شکل، امکان خلاقیت و تنوع را در آموزش ممکن می‌سازد. نمونه‌هایی از به کاربردن تصویرها در آموزش مهندسی وجود دارد. در (Pourreza-Movahed et al., 2019) و (Yousefi et al., 2019) و (Afkar et al., 2019) و (Sakkak et al., 2021) و (Karimi et al., 2021)، با به‌کارگیری طرح‌های داستانی، برخی از مفاهیم علمی در زمینه مهندسی انرژی‌های تجدیدپذیر معرفی شده است. در این نمونه‌ها انرژی‌های تجدیدپذیر (Afkar et al., 2019) و چالش‌های پیل سوختی (Sakkak et al., 2021) در قالب داستان و تصویر به کار برده شده است.

در (Pourreza-Movahed et al., 2019) و (Afkar et al., 2019)، ایده یک داستان در قالب عکس‌های واقعی و یا نقاشی به تصویر کشیده شده است. در (Afkar et al., 2019)، به کمک تصاویر واقعی از سفرهای کوهنوردی، گفتگوهایی متناسب با هر عکس طراحی شده و یک داستان برای امکان‌سنجی روش‌های شارژ یک باتری در کوه مورد بررسی قرار می‌گیرد. این داستان به معرفی روش‌هایی متفاوت جهت تولید برق می‌پردازد. در قالب داستان به روش‌هایی مانند انرژی نورانی خورشیدی با به‌کارگیری پنل‌های فتوولتاییک و یا انرژی بادی اشاره شده است. ایده‌ای در به کار بردن تصاویر گرافیکی در (Pourreza-Movahed et al., 2019) پیشنهاد شده است. در قالب یک داستان تصویری، معرفی محدودیت‌ها و مزایای چند روش شارژ باتری در جنگل معرفی می‌شود. در نهایت، تولید برق به کمک پیل‌های سوختی میکروبیال به عنوان یک گزینه مناسب با توجه به شرایط و امکانات پیشنهاد می‌شود. در (Yousefi et al., 2019)، معرفی خودروهای متفاوت هیبریدی الکتریکی، به کمک تصاویر صورت می‌گیرد. این تصاویر محصولات پیشنهادی از سوی یک شرکت صنعتی است. مزایا و ویژگی‌های هر یک از خودروها، در قالب داستان به مخاطب انتقال داده می‌شود. سعی شده است که به‌کارگیری کمی طنز در کنار تصاویر، نظر مخاطب را بیشتر جلب کند. دانشجویان در انتهای داستان می‌توانند برخی از ویژگی‌های فنی این خودروها را نیز مقایسه کنند. در (Karimi et al., 2021)، با ترکیبی از داستان و تصویر

توان خودروی هیبریدی بیان می‌شود. تصاویر به درک یک برنامه در نرم‌افزار متلب/سیمولینک کمک می‌کنند. این ایده برای جذاب و ملموس کردن یک نرم‌افزار مهندسی نیز می‌تواند مفید باشد، به ویژه برای دانشجویانی که برای کار با یک نرم‌افزار مهندسی مبتدی هستند.

اینفوگرافیک نوعی دیگر از تصویر است که با کلمات ادغام شده است. این‌گونه تصاویر نیز سابقه خوبی در زمینه آموزش، به ویژه در آموزش الکترونیکی دارد (Chi, 2021). در آموزش مهندسی نیز این روش، نتایج موفقی را داشته است (Heimbürger et al., 2020). در (Sakkak et al., 2021)، ژست‌های دانشجویان در یک کلاس مجازی، دست‌مایه بیان یک داستانی جالب در ارتباط با معرفی چند چالش در پیل سوختی شده است. این ایده علاوه بر معرفی نکات علمی، از سوی دیگر می‌تواند جهت ارزشیابی دانشجویان نیز به کار گرفته شود. طرح پرسش‌های کلیشه‌ای، به طور معمول می‌تواند سطح‌های یادگیری پایین جدول بلوم را اندازه‌گیری کند. با طرح پرسش‌های غیرکلیشه‌ای می‌توان علاوه بر بازخورد گرفتن از سطح علمی دانشجویان، قوه خلاقیت و برخی از مهارت‌های آنها را نیز تقویت کرد.

هرم نظریه بلوم یکی از مهم‌ترین طبقه‌بندی‌های سطوح آموزشی است. بر اساس مطالعه‌های پیشین، هرم بلوم در حوزه شناختی به صورت شکل ۱ است (Ghandriz et al., 2021) و (Armstrong, 2010). رسیدن به هر مرحله در سطوح مختلف هرم بلوم، نیازمند طی شدن مراحل قبلی است (Taghiza-deh et al., 2017). به‌کارگیری تصویر در آموزش، نیازمند به یاد آوردن و درک یک موضوع علمی است. در این مقاله تحلیل و ارزیابی کاربرد تصویر در آموزش بررسی شده است. با توجه به این که تصویر توانایی خلق شدن نیز دارد، این روش می‌تواند در بالاترین سطح هرم بلوم که مرحله خلاقیت است نیز قرار گیرد. با توجه به بحران سوخت‌های فسیلی و وجود آلودگی در تولید انرژی از سوخت‌های فسیلی (Farrow et al., 2020)، انرژی‌های تجدیدپذیر یکی از موضوع‌های مهم و کاربردی در حال و آینده به شمار می‌رود. خودروی الکتریکی یکی از موضوع‌های کاربردی است که با انرژی‌های تجدیدپذیر هماهنگی خوبی دارد. توان مورد نیاز خودروهای الکتریکی هیبریدی یک مسئله مهم در این‌گونه خودروها است. در پژوهش‌های قبل برای پیداکردن توان خودروهای الکتریکی، روش متفاوتی همانند بهره‌گیری از نرم‌افزار متلب به کار برده شده است (Gavagsaz-Ghoachani et al., 2013). آموزش راه دور برای آموزش مدیریت سامانه‌های هیبریدی به کمک یک فایل اجرایی معرفی شده است. ایده‌ای که در سال‌های اخیر، به ویژه با وجود همه‌گیری ویروس کووید، کاربرد گسترده‌ای را در آموزش داشته است. به طور معمول، کار با یک نرم‌افزار تخصصی سختی‌های خود را دارد. کار با یک فایل اجرایی توانسته است پیچیدگی‌های نرم‌افزار را ساده کند و مفاهیم علمی به طور ملموس به دانشجو منتقل کند به کمک فایل طراحی‌شده، با تغییر مولفه‌های مؤثر، تغییرات در شکل موج‌های سامانه موردمطالعه، قابل بررسی شده است.

شکل ۱. سطوح هرم بلوم.

اگر چه برای توضیح یک رابطه جدید، ممکن است بسیاری از مولفه‌های آن برای دانشجوی مهندسی بدیهی و ملموس باشد، ولی نحوه کار کلاسی و تعامل با دانشجویان می‌تواند مهارت و نگرش‌هایی را نیز در کنار سطح شناختی تقویت کند. مروری بر پژوهش‌ها نشان می‌دهد که مثلث موفقیت، شامل سه ضلع دانش، مهارت و نگرش است. در یک آموزش استاندارد باید به‌تمامی این اضلاع توجه شود. در این تقسیم‌بندی حتی ضلع دانش پایین‌ترین رتبه را در مقایسه با مهارت و نگرش دارد. شیوه پیشنهادی در این مقاله، کمک به تقویت برخی از مهارت‌ها و نگرش‌ها است.

از دیگر کاربردهای روش پیشنهادی، آموزش برای دانشجویان میان‌رشته‌ای است. به طور نمونه، با توجه به پیشرفت روزافزون انرژی تجدیدپذیر، این رشته نیز که تلفیقی از دو رشته مهم مهندسی برق و مکانیک است، فراگیران زیادی را به خود اختصاص داده است. برخی موضوع‌های علمی تخصصی در رشته مکانیک، به عنوان مثال آشنایی با چرخ‌دنده‌ها، موضوعی جاافتاده است در صورتی که دانشجویان با پایه برق شناخت زیادی از این بخش و روابط آن ندارند. در مثالی دیگر، آشنایی با مبدل‌های قدرت از قبیل ترانسفورماتورها و مبدل‌های DC که کاربرد فراوانی را در رشته تجدیدپذیر دارد، برای دانشجویان با پایه مکانیک خیلی آشنا نیست. در نتیجه، برای آموزش به دانشجویان میان‌رشته‌ای، این روش بسیار کاربردی خواهد بود. گاه دیده شده است برخی از دانشجویان پذیرفته‌شده در این رشته‌ها، به دلیل وجود ترس اولیه از آشنا نبودن برخی مفاهیم اولیه، در همان ابتدای راه انصراف می‌دهند. این روش می‌تواند ترس از فرمول‌های پیچیده را کاهش دهد.

وقتی یک رابطه به کمک تصاویر بیان می‌شود و کاربرد آن در زندگی روزمره ملموس‌تر می‌شود، این امر می‌تواند دانشجوی رشته مهندسی را تشویق به پژوهش بیشتر در ارتباط با کاربردها و فناوری‌های جدید کند. در مثال موردی معرفی‌شده در این مقاله، فناوری‌های جدید در خودروهای برقی از جمله موضوع‌های به‌روز دنیاست.

از جمله شکل‌های موجود در نظام آموزشی مهندسی، بیان فرمول‌های ریاضی بدون بیان کاربردهای آن است. در بیشتر موارد این روابط در حد فرمول‌های خشک ریاضی باقی می‌ماند. اگر توسط ابزاری بتوان به این روابط جان بخشید و جذابیتی در دانشجویان ایجاد کرد، این امر می‌تواند راهکاری برای پیداکردن کاربردهای فرمول‌ها باشد.

ترس از یک فرمول طولانی، می‌تواند در دانشجو ترس ایجاد کند. به کمک تصاویر می‌توان مطالب را ملموس کرد و درک مطالب را ساده کرد. شیوه پیشنهادی، به عنوان پیش‌مطالعه می‌تواند به شمار رود. تصاویر مناسب قدرت ایجاد جذابیت را در فراگیران دارند. روش‌های بحث در کلاس مهارت‌ها و نگرش‌های گوناگونی را در دانشجویان تقویت می‌کند. تمام این رویکردها در نهایت، سبب ماندگاری روش در ذهن فراگیران خواهد شد.

در این مقاله، ابتدا عوامل مؤثر بر توان یک خودروی الکتریکی، از قبیل جرم، ضریب آیرودینامیکی، سرعت، زاویه جاده و ضریب اصطکاک معرفی می‌شود. سپس به ایده پیشنهادی برای آموزشی ماندگار پرداخته می‌شود. در این روش، برای هر مولفه مؤثر بر توان خودروی الکتریکی، چند تصویر متناسب نشان داده می‌شود. سپس به کمک این تصاویر، توان خودروی الکتریکی آموزش داده شده است. گام‌های متفاوتی جهت اجرای روش پیشنهادی توضیح داده می‌شود. این گام‌ها می‌توانند هم به شکل فردی و هم گروهی انجام شوند. روش پیشنهادی در کلاس اجرا می‌شود و سپس در قالب تکلیف در خارج از کلاس ادامه پیدا می‌کند. از دانشجویان درباره این شیوه، نظرخواهی شده است. با توجه به بازخورد دانشجویان، این روش کمک می‌کند تا عوامل مؤثر بر توان خودرو هیبریدی را راحت‌تر به ذهن بسپارند. همچنین این شیوه کمک می‌کند تا مفاهیمی مانند چگالی و مولفه ضریب آیرودینامیک کمی قابل تجسم باشد. این روش را می‌توان به عنوان یک روش نوین آموزشی فعالانه تلقی کرد که از سطوح بالای هرم بلوم برخوردار است. به این ترتیب، نه تنها از خشک بودن یک رابطه ریاضی که شامل عبارت‌های طولانی و مولفه‌های زیادی است کاسته می‌شود، بلکه جذابیتی برای ادامه بحث فراهم می‌شود.

ساختار این مقاله به چهار بخش تقسیم شده است. پس از مروری بر ادبیات پژوهش، بخش دوم روش پیشنهادی را توضیح می‌دهد. این بخش به منظور معرفی موضوع علمی در نظر گرفته شده و همچنین شامل روش‌های متفاوت اجرای ایده پیشنهادی است. بخش سوم گریزی به نتایج نظرسنجی درباره این روش می‌زند. در بخش‌های آخر، بحث و نتیجه‌گیری شرح داده شده است.

۲. روش تحقیق

در این بخش در ابتدا یک الگوریتم کلی برای روش پیشنهادی معرفی می‌شود. سپس در مطالعه موردی فرمول توان خودرو به عنوان یک حالت خاص مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

۲-۱. معرفی الگوریتم کلی

الگوریتم اجرای روش پیشنهادی در شکل ۲ نشان داده شده است. در ابتدا با هدف آموزشی، مدرس یک رابطه ریاضی را در نظر می‌گیرد. بنا به صلاحدید مدرس تمام یا بخشی از فرمول ریاضی می‌تواند در نظر گرفته شود. حال برای مولفه‌های درنظرگرفته‌شده در فرمول، تصاویری طراحی می‌شود. این شکل‌ها می‌تواند در دو دسته جای گیرد. دسته اول، تصاویری که به راحتی مخاطب را به مولفه مورد نظر راهنمایی می‌کند. به عبارت دیگر این عکس‌ها گویا هستند. دسته دوم، تصاویری هستند که ممکن است چند برداشت متفاوت را به فراگیر القا کنند. با توجه به شکل ۲ این توضیحات در بخش بالایی شکل، یعنی آمادگی طبقه‌بندی شده است. در ادامه، چگونگی اجرا در جلسه اول، دوم و چند جلسه بعد شرح داده می‌شود. این مراحل با گام‌های اول تا ششم نام‌گذاری شده است.

در گام اول، تصاویر طراحی‌شده توسط استاد، به طور تصادفی نمایش داده می‌شود. به عبارت دیگر، لازم نیست که ترتیب خاصی در نمایش عکس‌ها وجود داشته باشد. در انتهای آموزش، فراگیران می‌توانند در صورت نیاز تصاویر را مرتب کنند. در این گام، دانشجویان باید برای هر تصویر، اولین واژه‌ای را که به ذهن آن‌ها می‌رسد، بیان کنند. این پاسخ‌ها را می‌توان به دو صورت دریافت کرد. در حالت اول، فراگیران به طور فردی جواب‌ها را روی کاغذ یادداشت کنند. در حال دوم، پاسخ‌ها روی تابلوی کلاس نوشته شود. بسته به وقت و تعداد حاضران در کلاس، استاد می‌تواند یکی از این حالت‌ها را انتخاب کند.

در گام دوم، تعامل بین دانشجویان، شکل عملی به خود می‌گیرد. برای رسیدن به این هدف، راهکارهای متفاوتی وجود دارد. به عنوان نمونه، چند راهکار بیان می‌شود. استاد درس در بین نمایش تصاویر، می‌تواند یک اسلاید خالی را نشان دهد و دانشجویان تصویر پیشنهادی خود را بیان کنند. این راهکار می‌تواند بازخوردی اولیه را به مدرس بدهد که تا چه اندازه ذهن فراگیران نظم پیدا کرده است و به چه میزان به هدف نزدیک شده‌اند. در راهکار دوم، استاد می‌تواند نام یک مولفه را به فرد یا یک گروه نشان دهد و در زمان مشخصی، افراد و یا گروه‌ها شکل‌های مناسبی را آماده می‌کنند. سپس دیگر دانشجویان باید به مولفه مورد نظر دست یابند. این بخش از فعالیت دانشجویان، دشواری انتخاب مناسب تصویر را به آن‌ها نشان می‌دهد.

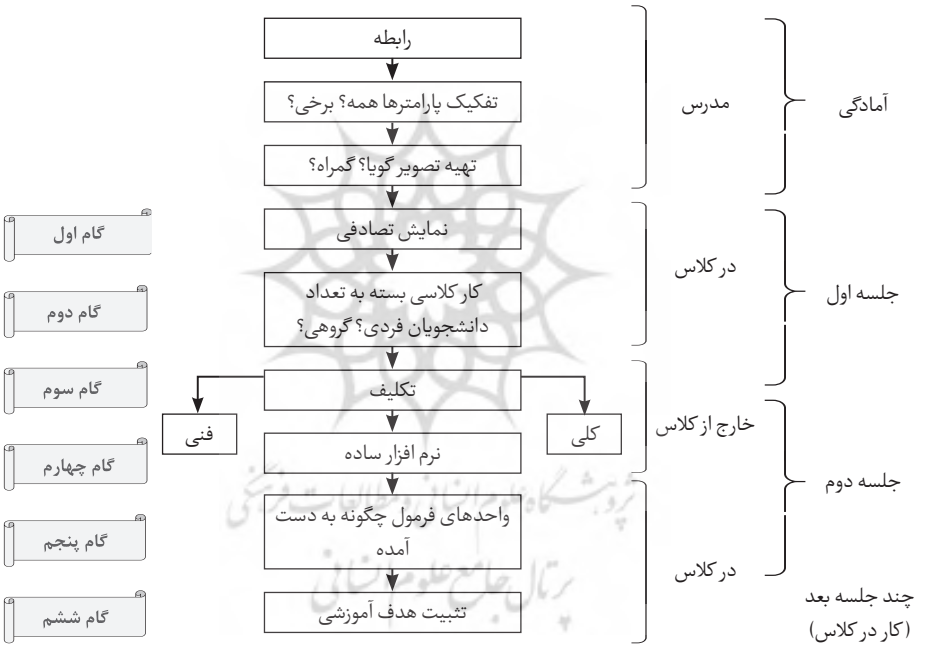
در گام سوم، پس از به پایان رسیدن جلسه کلاسی و یک جمع‌بندی از موضوع علمی، تکلیف جهت کار در خارج کلاس تعریف می‌شود. بسته به هدف استاد، تکالیف گوناگونی می‌توان طرح کرد. این تکالیف می‌تواند در راستای طراحی تصاویر مناسب‌تر و یا پژوهش در ارتباط با مفاهیم علمی مورد نظر باشد. همان گونه که در بخش آمادگی بیان شد، برخی از تصاویر به طور شفاف، یک مولفه خاص را در ذهن بیشتر دانشجویان تداعی می‌کند ولی برخی از شکل‌ها این ویژگی را ندارد. در نتیجه عکس‌های گمراه‌کننده در این مرحله شناسایی شده است و دانشجویان می‌توانند با خلاقیت خود طرح‌های مناسبی را جایگزین کنند.

در حقیقت پس از به خاطر سپردن یک موضوع علمی و فهمیدن آن، در هرم بلوم به کار بستن قرار

دارد. در گام چهارم، به‌کارگیری فرمول درس‌داده‌شده در محیط یک نرم‌افزار مهندسی، می‌تواند آموزش را کامل کند.

در گام پنجم، می‌توان با توجه به واحدهای هر مولفه در فرمول مورد بحث یادگیری را عمیق‌تر کرد. در این گام، بررسی ارتباط مولفه‌ها با یکدیگر انجام می‌گیرد، به ویژه اگر یک فرمول دارای چند مؤلفه باشد که نیاز به تجزیه و تحلیل بیشتری دارد.

در گام نهایی، شایسته است که پس از گذشت چند جلسه، موضوع درس‌داده شده، در زمان کوتاهی مرور شود. این امر سبب تثبیت یادگیری دانشجویان می‌شود. از سوی دیگر، بازخوردی را به مدرس می‌دهد که در صورت نیاز، در مورد برخی از مولفه‌ها بحث بیشتری صورت گیرد.



شکل ۲. الگوریتم چگونگی پیاده‌سازی روش پیشنهادی.

۲-۲. مطالعه موردی

در این بخش، به بررسی رابطه توان خودرو و تصاویر پیشنهادی مرتبط با آن پرداخته می‌شود. در ابتدا رابطه توان خودرو بیان می‌شود. سپس برخی از مولفه‌های این رابطه ریاضی، به همراه تصاویر منتخب دانشجویان که سبب ماندگاری رابطه در ذهن می‌شود، بررسی می‌شود.

رابطه توان خودرو به صورت رابطه (۱) بیان می‌شود.

$$P = V\left[M\left(C_f\, g\cos\theta + g\sin\theta + \frac{dV}{dt}\right) + \frac{1}{2}\rho A C_d V^2\right] \qquad (۱)$$

که در آن مولفه‌های موجود در رابطه (۱) در جدول ۱ معرفی شده است.

جدول ۱. مولفه‌های رابطه ۱

ردیف	نام مولفه	نماد
۱	سرعت	V
۲	جرم	M
۳	سطح روبه‌رویی خودرو	A
۴	چگالی هوا	P
۵	ضریب اصطکاک	C_f
۶	ضریب آیرودینامیک	C_a
۷	زاویه جاده	θ
۸	شتاب جاذبه	G

در ادامه، ابتدا مولفه‌های مرتبط با رابطه (۱) معرفی می‌شوند. سپس چگونگی به‌کارگیری روش پیشنهادی در کلاس مورد بررسی قرار می‌گیرد.

الف) معرفی مولفه‌ها

در این بخش، با توجه به رابطه (۱)، برخی از مولفه‌ها به کمک تصاویر معرفی می‌شود.

سرعت: مولفه سرعت به مسافت پیموده‌شده در واحد زمان دلالت دارد. شکل ۳، شکل‌های منتخب دانشجویان برای مولفه سرعت است. شکل ۳(الف)، صفحه کیلومترشمار ماشین را نشان می‌دهد. هر چه عقربه صفحه کیلومتر ماشین، عدد بیشتری را نشان دهد، به معنی آن است که خودرو با سرعت بیشتری در حال حرکت است. شکل ۳(ب) و شکل ۳(ج)، دلالت بر حرکت خودرو با سرعت بالا دارد. تصویربرداری در هنگام حرکت خودرو با سرعت بالا، باعث محو شدن اجسام نزدیک خودرو می‌شود.

شکل ۳. شکل‌های پیشنهادی درباره مولفه سرعت. الف: صفحه کیلومتر خودرو. ب: حرکت خودرو با سرعت زیاد. ج: سرعت زیاد خودرو.

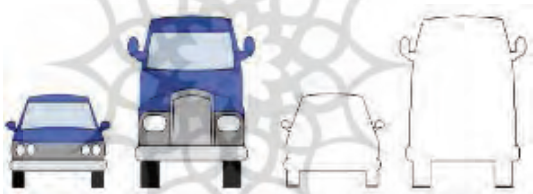
جرم خودرو: به زبان ساده مقدار ماده در یک جسم را جرم می‌گویند. شکل ۴، مجموعه‌ای از شکل‌های پیشنهادی برای معرفی مولفه جرم است.

شکل ۴(الف) یک وزنه را نشان می‌دهد شکل ۴(ب) تصویر خودرویی است که بر روی یک وزنه قرار

دارد. وزنه وسیله سنجش جرم و یا وزن است. در این تصویر سعی بر آن شده است که به کمک وزنه و ماشین مفهوم جرم خودرو در رابطه (۱) القا شود. شکل ۴(ج) جرم دو خودرو مقایسه شده است.

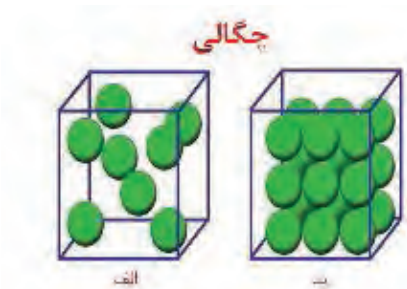
شکل ۴. شکل‌های برگزیده دانشجویان برای مولفه جرم. الف: یک وزنه. ب: خودرو بر روی وزنه! ج: مقایسه جرم دو خودرو.

سطح روبه‌رویی خودرو: سطح روبه‌رویی خودرو نیز یکی دیگر از مولفه‌های اثرگذار در رابطه توان خودرو است. این مساحت با توان خودرو رابطه مستقیم دارد. شکل ۵ نمونه‌ای از تصویر برگزیده دانشجویان برای مولفه سطح روبه‌رویی خودرو است.



شکل ۵. مقایسه سطح روبه‌رویی خودرو.

چگالی هوا: نسبت جرم به حجم یک ماده را چگالی می‌گویند. شکل ۶ مقایسه چگالی دو ماده است. قسمت ب چگالی بیشتری نسبت به قسمت الف دارد. این امر به دلیل وجود جرم بیشتر در واحد حجم است.



شکل ۶. مفهوم چگالی. الف- چگالی کمتر نسبت به ب. ب- چگالی بیشتر نسبت به الف.

ضریب اصطکاک: حاصل تقسیم نیروی اصطکاک بر نیرو، ضریب اصطکاک را نتیجه می‌دهد. شکل ۷(الف) دود حاصل از تقابل نیروی خودرو و نیروی اصطکاک ترمز را نشان می‌دهد. شکل ۷(ب) نیز تلاش انسان برای هل دادن ماشین و مانع شدن نیروی اصطکاک خودرو را نشان می‌دهد. شکل ۷(ج) آسانی و سختی حرکت جسم در اثر کم و زیاد بودن نیروی اصطکاک را به نمایش می‌گذارد.

شکل ۷. شکل‌های برگزیده دانشجویان برای ضریب اصطکاک. الف- ترمز خودرو به کمک نیروی اصطکاک، ب- نیروی انسان در مقابل نیروی اصطکاک ج- نیروی اصطکاک زیاد باعث می‌شود، جسم به‌سختی حرکت کند و نیروی اصطکاک کم باعث می‌شود جسم به‌آسانی حرکت کند.

ضریب آیرودینامیک: ضریب آیرودینامیک نشان‌دهنده مقاومت یک جسم در مقابل یک سیال است. در رابطه (۱) ضریب آیرودینامیک نشان‌دهنده مقاومت خودرو در مقابل هواست.

شکل ۸(الف) رفتار هوا در مقابل انواع خودرو را نشان می‌دهد. رفتار هوا با توجه به شکل خودرو، متفاوت است. شکل ۸ (ب)، شبیه‌سازی رفتار هوا در مقابل خودرو، در یک نرم‌افزار مهندسی است. شکل ۸ (ج) نیز تصویری دیگر برای نشان دادن ضریب آیرودینامیکی است.

شکل ۸. شکل‌های برگزیده دانشجویان برای مولفه ضریب آیرودینامیک. الف- رفتار هوا در مقابل خودروهای متفاوت. ب- شبیه‌سازی رفتار هوا در مقابل خودرو در یک نرم‌افزار مهندسی. ج- رفتار هوا در مقابل با یک خودرو.

زاویه جاده: زاویه جاده نیز یکی از مولفه‌های اثرگذار در رابطه توان خودرو است. شکل ۹(الف) زاویه جاده را در پیست مسابقه نشان می‌دهد. شکل ۹(ب) تابلوی شیب جاده برای نشان دادن زاویه جاده است. شکل ۹(ج) زاویه مسیر روی پل است.

شکل ۹. شکل‌های برگزیده دانشجویان برای زاویه جاده. الف- زاویه جاده در پیست مسابقه. ب- تابلوی هفت درصدی شیب جاده. ج- زاویه جاده پل.

بدیهی است که برای دیگر مولفه‌ها از جمله شتاب جاذبه، شتاب و مجذور سرعت نیز می‌توان تصاویری مناسب را نشان داد. در ادامه، به نحوه به‌کارگیری این تصاویر پرداخته می‌شود.

ب) روش‌های متفاوت اجرا در کلاس

در راستای آموزش پروفایل توان بار خودرو، این بخش به معرفی روش‌های متفاوتی که در چند کلاس انجام شده است، می‌پردازد. گام‌های متفاوتی بیان می‌شود. برخی از این گام‌های پیشنهادی قابل انجام در کلاس و برخی دیگر در خارج از کلاس در قالب تکلیف می‌توانند تعریف شود. انجام این فعالیت‌ها به طور فردی یا گروهی می‌تواند انجام شود. این ایده پیشنهادی در چند نیم‌سال تحصیلی اجرا شده است. در این راستا، شش گام معرفی می‌شود.

گام اول: برخی از شکل‌های ۲ تا ۸ به طور تصادفی در کلاس نمایش داده می‌شود. مولفه‌هایی که شامل چند شکل هستند را می‌توان به شکل ناپیوسته نشان داد. مخاطبان باید مولفه مورد نظر متناسب با شکل را حدس بزنند. تبادل نظر بین دانشجویان، سبب ماندگاری موضوع علمی در ذهن می‌شود. مولفه‌هایی مانند سرعت، جرم، زاویه جاده، ضریب اصطکاک، ضریب آیرودینامیکی نسبت به مولفه‌هایی مانند سطح روبه‌رویی خودرو یا چگالی هوا، راحت‌تر شناسایی می‌شود.

گام دوم: برخی از مولفه‌ها به دانشجویان به طور فردی یا گروهی (بسته به تعداد حاضران در کلاس) داده می‌شود. در یک زمان تعیین‌شده، هر فرد یا گروه شکل یا شکل‌های مناسبی را پیدا می‌کند و در کلاس به اشتراک می‌گذارد. دیگر افراد یا گروه‌ها باید مولفه مورد نظر را حدس بزنند. این گام علاوه بر ماندگاری مولفه‌های مورد بحث در ذهن دانشجویان، می‌تواند بازخوردی مناسب از توانمندی‌های هر فرد یا گروه را در انتخاب شکل مناسب بدهد.

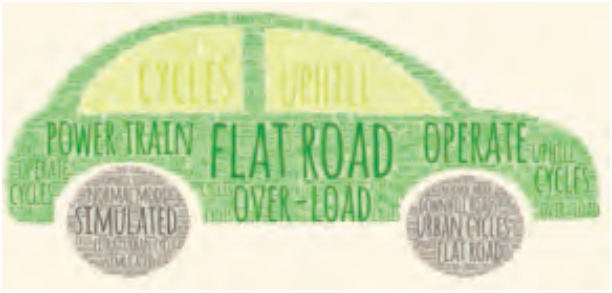
بدیهی است که برخی افراد یا گروه‌ها ممکن است تصاویر مرتبط مناسبی را نسبت به دیگر گروه‌ها به نمایش بگذارند. این فعالیت کلاسی، دشواری انتخاب مناسب تصویر را به روشنی، به دانشجویان نشان می‌دهد. به نظر می‌رسد برای برخی از مولفه‌هایی که مفهومی هستند، می‌توان از گزینه‌های دیگر جهت ماندگاری در ذهن مخاطبان بهره گرفت.

گام سوم: تکلیفی تکمیلی جهت کار خارج از کلاس به دانشجویان داده می‌شود. این تکلیف می‌تواند در راستای پیدا کردن تصاویر مناسب‌تر یا جست‌وجوی مفاهیم علمی بیشتر با موضوع‌های بحث‌شده یا پیرامون آن باشد. در ادامه، دو نمونه تکلیف معرفی می‌شود.

نمونه یک: دانشجویان باید با بیان مثال‌های کاربردی در زندگی روزمره یا کاربردهای صنعتی، ارتباط مولفه‌ها با توان را نشان دهند. شکل ۱۰ یکی از پاسخ‌های دانشجویان به این تکلیف را نشان می‌دهد. این تصویر تعدادی دوچرخه‌سوار مسابقه‌ای را نشان می‌دهد. دوچرخه‌سواران با انقباض خود، سطح تماس خود را با مولکول‌های هوا کم می‌کنند. این عمل باعث می‌شود تا به توان کمتری نیاز داشته باشند.

شکل ۱۰ . تصویر دوچرخه‌سواران در یک مسابقه.

نمونه دو: استاد چند واژه تخصصی مربوط به موضوع علمی را معرفی می‌کند. دانشجویان باید بتوانند متنی کامل یا تصویری خلاقانه را به کمک این واژه‌ها تحویل دهند. شکل ۱۱ تصویر برگرفته از تکلیف یک دانشجو است. این تصویر خودرویی را نشان می‌دهد که با اصطلاحات تخصصی خودرو مزین شده است. این تکلیف، به دانشجو کمک می‌کند که واژه‌های معادل انگلیسی را نیز بیاموزند.



شکل ۱۱. تصویر خودرویی که با اصطلاحات تخصصی خودرو مزین شده است.

گام چهارم: پروفایل توان بار می‌تواند بخشی از یک سامانه هیبریدی برای کاربردهای خودرویی باشد. در این گام، پیاده‌سازی این پروفایل به کمک یک نرم‌افزار مهندسی، می‌تواند هدف ماندگاری مطلب علمی را کامل کند. در مرحله نخست، استاد درس می‌تواند محیط نرم‌افزار را معرفی کند و دانشجویان مولفه‌های شناخته‌شده را در برنامه پیدا کنند. سپس برای بازخورد گرفتن از سطح یادگیری دانشجو تکالیفی در سطوح متفاوت می‌تواند طرح شود. از جمله این تکالیف بیان به زبان ساده برنامه پیاده‌سازی شده در نرم‌افزار است.

یکی دیگر از این ایده‌ها، بیان به زبان داستان است. تلفیق داستان و تصویر، در به خاطر سپردن بهتر موضوع به مخاطب کمک می‌کند. در همین راستا، در پژوهشی به کمک یک داستان مصور سعی شده است که رابطه توان خودرو به مخاطب آموزش داده شود. نتایج خوبی در رابطه با یادگرفتن موضوع به کمک داستان مصور در این پژوهش به دست آمده است (Karimi et al., 2021).

گام پنجم: بحث بر چگونگی نوشتن معادله توان خودرو می‌تواند ماندگاری موضوع علمی را کامل‌تر کند. به عنوان مثال، با توجه به اینکه رابطه توان از ترم‌های متفاوتی تشکیل شده است، تشخیص هر نیرو و یا واحدهای مرتبط به هر عبارت می‌تواند موضوع‌های قابل‌بحث در کلاس باشد.

گام ششم: یکی از روش‌های تثبیت موضوع در ذهن دانشجو این است که موضوع تکرار شود. در این راستا، پس از گذشت چند جلسه از آموزش مولفه‌ها، می‌توان مجموعه عکس‌های مرتبط با مولفه‌ها را در عرض چند دقیقه بازبینی کرد و نظر دانشجویان را درباره ارتباط عکس‌ها و موضوع‌ها جویا شد. این مهم کمک می‌کند تا مفاهیم در عرض چند دقیقه مرور شود و در به خاطر سپردن موضوع‌ها به دانشجویان کمک می‌کند.

همچنین می‌تواند به استاد و دانشجو بازخورد بدهد که کدام مولفه‌ها نیاز به بحث بیشتری دارند.

۲-۳. معرفی الگوریتم کلی

از جمله مهارت‌های مهم، چگونگی انتقال یک موضوع به دیگران است. به طور معمول این امر، در ارائه‌های کلاسی انجام می‌گیرد. در روشی پیشرفته‌تر می‌توان زمینه‌ای فراهم کرد تا دانشجویان بتوانند فرای کلاس خود نیز کسب تجربه کنند. حتی در کنار ارائه و انتقال یک موضوع علمی، مدیریت کلاس را نیز می‌توان به آن‌ها سپرد. در این راستا، تجربه‌ای معرفی می‌شود.

پس از معرفی و کار با روش تصویری فرمول توان خودرو، با چند کلاس دیگر هماهنگی شد تا به شکل گروهی، روش کار به دانشجویان معرفی شود. تقسیم کار اولیه‌ای بین دانشجویان انجام شد و قرار بر این شد که مدیریت کلاس را نیز به عهده بگیرند و استاد کمتر نقش داشته باشد. در ادامه، این گروه به نام کلاس مبدأ در نظر گرفته می‌شود.

در این راستا، ابتدا به چگونگی انجام این ایده پرداخته می‌شود.

یک توضیح کوتاه از سوی استاد کلاس مقصد صورت می‌گیرد که قرار است دانشجویان به همراه استادشان کاری را معرفی کنند. از همان ابتدا موضوع در هاله‌ای از ابهام است، چون هدف این است که دانشجویان کلاس مقصد در انتها به یک نظم ذهنی برسند و موضوع را بیابند.

مرحله اول- آشنایی کوتاه: در بخش اول، معرفی توسط دانشجویان کلاس مبدأ صورت می‌گیرد. با توجه به اینکه قرار است معرفی یک روشی متفاوت صورت بگیرد، بهتر است که آشنایی دانشجویان هم عادی نباشد. از همان ابتدا، سعی بر گرفتن مشارکت بیشینه از حاضران در کلاس است. برخی از مهمانان نام خود را به شکل معما طرح می‌کنند و دانشجویان حاضر در کلاس مقصد، به خوبی در بحث شرکت می‌کنند و حدس می‌زنند که منظور، چه نامی است.

بسته به مدت زمانی که استاد کلاس مقصد در اختیار کلاس مبدأ گذاشته است، می‌توان از مخاطبان داوطلب در کلاس مقصد نیز خواست تا خودشان را به شکلی متفاوت معرفی کنند.

مرحله دوم- چگونگی طرح موضوع: در ابتدا باید ذهن دانشجویان آماده شود. در این راستا، دو اسلاید به ترتیب و با فاصله کمی نشان داده می‌شود و پاسخ‌های آن به طور جداگانه جمع‌آوری می‌شود. در اسلاید اول این جمله یادداشت شده است:

«حدس می‌زنید در این آلبوم، چه چیزهایی را خواهید دید؟»

حاضران، موضوع‌های متفاوت و حدس‌هایی را بیان می‌کنند.

برای تکمیل این بخش، می‌توان از دانشجویان خواست که علاوه بر بیان حدس‌ها، پیشنهادهای خود را نیز بیان کنند. چون به طور معمول، حدس‌ها را با توجه به شواهد و قرائنی بیان می‌کنند ولی برای پیشنهاد هیچ محدودیت وجود ندارد. در این مسیر شاید زمینه مشارکت بیشتری فراهم شود.

در اسلاید دوم، دو واژه «عکس» و «کلمه» به همراه چند علامت سؤال نشان داده می‌شود و حال حاضران باید بقیه موارد را حدس بزنند یا پیشنهاد دهند، مثل این که در آلبوم از چه چیزهایی می‌توان بهره گرفت. پس از بحث روی این دو اسلاید، به نظر می‌رسد که ذهن‌ها آمادگی لازم برای تمرکز را پیدا کرده است و می‌توان به سراغ مرحله بعدی رفت.

مرحله سوم - نمایش تصاویر: از دانشجویان خواسته می‌شود اولین واژه‌ای را که با دیدن هر تصویر به ذهنشان می‌رسد بیان کنند. یکی از دانشجویان کلاس مبدأ (حتی مقصد) می‌تواند پاسخ‌ها را یادداشت کند یا در صورت نیاز می‌توان پاسخ‌ها را ضبط کرد. البته بدیهی است که برای ضبط، باید از حاضران اجازه گرفته شود. یادداشت پاسخ‌ها، سبب می‌شود مخاطبان حس کنند که به پاسخ‌های آن‌ها بها داده می‌شود و شاید با توجه بیشتری در بحث شرکت کنند. راهکار دیگر این است که هر یک از حاضران

در کلاس مقصد، پاسخ‌های خود را یادداشت کند و در انتها تحویل دهد.

چند تصویر نشان داده می‌شود و سپس یک زنگ تفریح در نظر گرفته می‌شود. پس از گذشت حدود ده تصویر، یک اسلاید خالی نشان داده می‌شود. مخاطبان باید تصویری را پیشنهاد دهند. این‌گونه می‌توان بازخوردی از مسیر فکری دانشجویان را گرفت و کمی از یکنواخت بودن بحث کاست. هر چند تجربه نشان می‌دهد که تصویرها به اندازه کافی برای دانشجویان جذابیت دارد و ارتباط خوبی را برای مشارکت در بحث پیدا می‌کنند. پس از زنگ تفریح اول، نشان‌دادن شکل‌ها دنبال می‌شود. در ادامه علاوه بر عکس، نمودار و نوشته نیز به دانشجویان نشان داده می‌شود.

در زنگ تفریح دوم، متناسب با اسلایدهای دیده‌شده از حاضران در کلاس مقصد خواسته می‌شود تا یک صوتی را تولید کنند. به طور معمول، این بخش سبب می‌شود که مروری بر اسلایدها صورت بگیرد و حاضران به خوبی برای مرحله چهارم آماده شوند.

مرحله چهارم - حدس مولفه‌ها: پس از این زنگ تفریح، نوبت به نشان‌دادن عکس محیط نرم‌افزار می‌رسد که فرمول به طور غیرمستقیم در سیمولینک متلب نوشته شده است. با طرح سؤال این مرحله، در این لحظه تمرکز همه دانشجویان به سوی فرمول جذب می‌شود و هر یک ارتباطی را بین تصویر و مولفه برقرار می‌کنند.

پس از آن رابطه نشان داده می‌شود و به پرسش‌های احتمالی دانشجویان پاسخ داده می‌شود.

مرحله پنجم- حسن‌ختام: در انتها یک تصویر نشان داده می‌شود و از آن‌ها خواسته می‌شود تا یک جمله یا یک شعر را بیان کنند. همچنین پیشنهاد یک عکس دسته‌جمعی داده می‌شود که با یک ژست خاص، بتوان خاطره جلسه را نیز در ذهن ماندگار کرد.

۲-۳-۱. نمونه پاسخ‌ها

چند نمونه از پاسخ‌های دانشجویان به اسلایدها (شکل ۱۲) در ادامه معرفی می‌شود. پاسخ‌ها نشان از دیدگاه‌های متفاوت دانشجویان دارد که زیبایی کار را دو چندان می‌کند.

شکل ۱۲. اسلایدهای نمایش‌داده‌شده.

- اسلاید ۱. خاطرات - روند پروژه آخر نیم‌سال - دست‌سازه‌های دانشجویان نیم‌سال‌های قبل - پنل خورشیدی و انرژی‌های تجدیدپذیر - موضوع آزاد - آلبوم درسی - محیط‌زیست - - ماشین - فوتبال - ایمنی
- اسلاید ۲. جدول - نمودار - صدا - رفرنس - فیلم - عکس - طبیعت - QR code - ایده آموزشی - ۳D
- اسلاید ۳: سرعت (موارد زیاد) - سراتوی پلیس - گرفتن گواهی‌نامه رانندگی به‌تازگی - آینه‌بغل - شتاب - سرعت نور - بنزین - آیرودینامیک - شهر - جریمه
- اسلاید ۴: شتاب (چند مورد) - سرعت - پیست - پیچ - تصادف - دریفت - چالوس - خیابان - تاریکی هوا - جوجه با نوشابه - شب
- اسلاید ۵: شیب تند (چند مورد) - ایستادن - خطر - سینه‌کشی - دنده‌سنگین - سقوط - شیب - آفرود - آیین‌نامه - مثلث خطر - خطر
- اسلاید ۶: اصطکاک (چند مورد) - دریفت - ۳۶۰ درجه - دونات - سراشیبی - لاستیک - GTA - ترمز - آسفالت
- اسلاید ۷: آیرودینامیک (چند مورد) - مقاومت هوا - هیبرید - بنز - تونل باد - ماشین - خطای دید - چاله - موج - مقاومت
- اسلاید ۸: ماشین فرسوده - ماشین خارجی - شکستن شیشه - تضاد ثروت با عدالت - علایق مردم

- وزن (چند مورد) - چگالی - تحریم - ترازو (چند مورد) - فرق - عدالت - اختلاف طبقاتی - شرایط اقتصادی - پول - مقایسه
- اسلاید ۹: جاذبه (چند مورد) - فضا - فضانورد - مواد - تشعشع - انوشه - آرمسترانگ - اینتراستالر - گالیله - بطلمیوس - گردی زمین - تسلا
- اسلاید ۱۰: حمل‌ونقل عمومی - تنوع طراحی ماشین - آلودگی - نمای جلو (چند مورد) - بنزین - ارتفاع - اختلاف طبقاتی - 2D - سطح - راهنمایی رانندگی - ترافیک - نمایشگاه - بین خطوط ماندن - فرهنگ رانندگی -پیشرفت علم - سطوح مختلف - آلودگی صوتی
- اسلاید ۱۱: تکرار آیرودینامیک از زاویه دید جلو
- اسلاید ۱۲: دیوار مرگ، نیروی گریزازمرکز، تعادل، موتورسواری، هیجان، جاذبه، زاویه
- اسلاید ۱۴: مقاومت، چگالی، نمودار
- اسلاید ۱۵: اوف! - گاز - قدرت - اسب بخار -به‌به! - توان - باد
- اسلاید ۱۶: فشار هوا - ترس - دیوانگی - نیروی باد - فشارسنج - جت - تخته‌گاز - آرنولد
- اسلاید ۱۷: شیب - معماری - سربالایی - سرازیری - خطر وقوع تصادف - اور لود
- اسلاید ۱۸: شبیه‌سازی‌شده - بارگیری بیش از حد - چرخه‌های شهری - جاده صاف - تست موتور - توان - بالانس
- اسلاید ۱۹: وزن ماشین - بقالی - باسکول - وزن - تولید ملی - ارزش
- اسلاید ۲۰: حق تقدم - مقایسه وزن - اثر روی ترافیک - حجم قابل حمل. البته این اسلاید برای زنگ تفریح دوم در نظر گرفته شده است ولی به طور خودجوش دانشجویان واژه‌هایی را نیز بیان کردند.
- اسلاید ۲۱: سرعت - شتاب - کلاک - اسکوپ - فانکشن - سینوس و کسینوس - جرم - زاویه جاده - اصطکاک - مقاومت هوا
- اسلاید ۲۳: برای توضیح یک نمونه چرخه رانندگی در نظر گرفته شده است که برای دانشجویان توضیح داده شود.
- اسلاید ۲۴: فرمول توان بار را نشان می‌دهد که دانشجویان سمت چپ آن را که توان است حدس زدند.
- اسلاید ۲۲: همان حسن‌ختام است که جملاتی را دانشجویان بیان کردند. از جمله: به پایان رسید دفتر ولی حکایت همچنان باقیست!

۲-۳-۲. چند تجربه در اجرا

در این بخش، چند تجربه در ارائه طرح پیشنهادی به دیگر کلاس‌ها، معرفی می‌شود.

تجربه ۱: تجربه نشان می‌دهد که در کنار ترکیب دانشجویان، ساعت کلاس نیز ممکن است در همراه‌کردن و میزان مشارکت آنان نقش داشته باشد. در نتیجه، می‌توان ترفندهایی را برای به فکر

واداشتن حاضران، به ویژه برای کلاس‌های انتهای روز به کار گرفت.

به عنوان مثال، بیان حس‌های متفاوت را نیز به همراه بیان یک واژه می‌توان از دانشجویان خواست. برخی از این پاسخ‌ها عبارت هستند از:

اسلاید ۶: گرمای لاستیک؛ اسلاید ۷: خنک - بی‌صدا، اسلاید ۸: صدای مچاله شدن - صدای ترازو - بوی بنزین؛ اسلاید ۹: سکوت؛ اسلاید ۱۰: بوی دود اگزوز؛ اسلاید ۱۱: بوی چرم صندلی، اسلاید؛ اسلاید ۱۴: حس سبکی؛ اسلاید ۱۵: بوی لنت.

تجربه ۲: در یکی از کلاس‌ها، یکی از حاضران با توجه به علاقه‌ای که به خودرو داشت، مدل همه ماشین‌ها را هم در پاسخ‌هایش بیان می‌کرد.

تجربه ۳: در عکس یادگاری در یکی از کلاس‌ها، دانشجویان صندلی‌های محیط آزمایشگاه را که سه‌پایه بودند، به شکل اتوبوسی چیدند. دو تا از دانشجویان نقش راننده و کمک‌راننده را به عهده گرفتند و دیگران مسافران خودرو بودند.

تجربه ۴: در یکی از کلاس‌های مقصد که آزمایشگاه بود، دانشجویان مبدأ چند شیء را که می‌توانست ارتباطی با مولفه‌ها داشته باشد، همراه خود آوردند و در انتها هم با آن‌ها عکس گرفتند.

۳. روش‌شناسی پژوهش

روش تحقیق به‌کارگرفته‌شده در این تحقیق، از دید هدف، یک پژوهش کاربردی است. همچنین این پژوهش از دید روش، یک پژوهش توصیفی - مقطعی است (Mahdie, 2018). اطلاعات به کمک نظرسنجی طیف لیکرت جمع‌آوری و به کمک نرم‌افزار SPSS ۲۵ تحلیل شده است. ساخت پرسش‌نامه، به کمک مطالعات کتابخانه‌ای صورت گرفته و پرسش‌نامه به عنوان ابزار اصلی جمع‌آوری اطلاعات در این مقاله انتخاب شده است.

روش پیشنهادی در این تحقیق در راستای آموزش مهندسی است. در نتیجه، جامعه آماری این پژوهش، دانشجویان و فارغ‌التحصیلان رشته‌های مهندسی انتخاب شده است. این روش آموزشی در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر به کار برده شده است، در نتیجه، نمونه‌گیری بر اساس دانشجویان رشته انرژی‌های تجدیدپذیر و رشته‌های مرتبط به آن در مقطع کارشناسی و تحصیلات تکمیلی در دانشگاه شهید بهشتی صورت گرفته است. قرار داشتن رشته انرژی‌های تجدیدپذیر در فضای میان‌رشته‌ای، یکی دیگر از دلایل انتخاب رشته این است. در واقع فضای نمونه‌ای در این تحقیق، نماینده‌ای از جامعه آماری است (Wu & Thompson, 2020). نمونه‌گیری به روش نمونه‌گیری هدفمند صورت گرفته است (Jalali, 2013). نمونه گرفته‌شده شامل دانشجویان و فارغ‌التحصیلان رشته انرژی‌های تجدیدپذیر و چندین رشته مهندسی مرتبط در دانشگاه شهید بهشتی در طی سال‌های ۱۴۰۰ تا ۱۴۰۱ است. اطلاعات دموگرافیک شرکت‌کنندگان در نظرسنجی در جدول ۲ شرح داده شده است.

جدول ۲. ویژگی‌های دموگرافیک شرکت‌کنندگان در نظرسنجی

متغیر		فراوانی	درصد فراوانی
کل شرکت‌کنندگان در نظرسنجی		۶۵	۱۰۰
مقطع	کارشناسی	۵۰	۷۶/۹۲
	کارشناسی ارشد	۱۳	۲۰
	دکتری	۲	۳/۰۸
رشته	مهندسی برق	۱۹	۲۹/۲۳
	مهندسی انرژی‌های تجدیدپذیر	۱۳	۲۰
	مهندسی مواد و متالورژی	۹	۱۳/۸۴
	مهندسی صنایع	۹	۱۳/۸۴
	مهندسی انرژی	۸	۱۲/۳
	مهندسی مکانیک	۷	۱۰/۷۶

روایی پرسش‌نامه توسط اساتید مجرب مورد تأیید قرار گرفته است. همچنین پویایی پرسش‌نامه به کمک روش آلفای کرونباخ انجام شده است. مقدار آلفای کرونباخ باید بیشتر از ۰/۷ باشد تا پرسش‌نامه مورد تأیید قرار بگیرد (Mahdieh, 2018). مقدار آلفای کل پرسش‌نامه مقدار ۰/۸ است که آن را تأیید می‌کند. همچنین مقدار ۰/۸ در کلیه سؤالات مشاهده شده است که نشان‌دهنده مورد تأیید بودن همه سؤالات است.

در این مقاله طیف لیکرت به کار گرفته شده است. علت این انتخاب، اعتبار خوب طیف لیکرت در مطالعات علمی است. پرسش‌نامه به کمک مقاله (Mirahmadizadeh et al., 201) ساخته شده است. طیف لیکرت به‌کارگرفته‌شده، طیف لیکرت ۵گزینه‌ای (۱=کاملاً مخالف، ۵=کاملاً موافق) است. سؤالات در جدول ۳ نمایش داده شده است. سؤالات نظرسنجی شامل ۱۷ گویه و ۴ سازه هستند.

جدول ۳. سؤالات نظرسنجی

سازه	ردیف	عنوان
نقاط قوت	۱	مطالب آموزشی به کمک تصویر بهتر انتقال پیدا می‌کنند.
	۲	به‌کارگیری تصویر در به خاطر سپردن فرمول‌های مهندسی، مفید است.
	۳	به یاد آوردن فرمول با کمک تصویر، فرایند راحت‌تری است.
	۴	به عنوان دانشجو علاقه‌مند هستم که اساتید برای بیان مفاهیم درسی از تصویر استفاده کنند.
	۵	به عنوان دانشجو علاقه‌مند هستم که اساتید برای آموزش مولفه‌های یک فرمول از تصویر استفاده کنند.
	۶	مرور مطالب آموزشی به کمک تصویر نسبت به روش‌های مرسوم، راحت‌تر است.
نقاط قوت	۷	مرور فرمول‌های مهندسی به کمک تصویر نسبت به روش‌های مرسوم، راحت‌تر است.

ادامه جدول۳

نقاط قوت	۸	به‌کارگیری تصویر در مطالب آموزشی، امکان بروز خلاقیت در فرایند یادگیری را بیشتر می‌کند.
	۹	به‌کارگیری تصویر در مطالب آموزشی، باعث مداخله حافظه بصری در یادگیری می‌شود.
محدودیت‌ها	۱۰	به‌کارگیری تصویر در آموزش، باعث محدودیت در ارائه مطالب آموزشی می‌شود.
	۱۱	به‌کارگیری تصویر در آموزش، ناکارآمد است.
	۱۲	به‌کارگیری تصویر در آموزش، باعث طولانی‌تر شدن فرایند آموزشی می‌شود.
	۱۳	به‌کارگیری تصویر در آموزش، باعث فاصله‌گرفتن از مبحث اصلی آموزشی می‌شود.
کاربرد	۱۴	انجام تکلیف به کمک تصویر آموزشی، کارآمدتر است.
	۱۵	جایگاه تصویر، می‌تواند زنگ تفریح آموزش باشد.
	۱۶	تصویر آموزشی برای درج مطلب در مجلات آموزشی کارآمد است.
نمره	۱۷	لطفاً به روش به‌کارگیری تصویر در آموزش نمره‌ای بین ۱ تا ۵ اختصاص دهید.

۴. تحلیل آماری

با توجه به فضای نمونه‌ای به‌دست‌آمده، تحلیل نمونه‌ها با توجه به هر سازه در دو بخش انجام می‌شود. در مرحله اول، فضای نمونه به شکل کلی تحلیل می‌شود. در مرحله دوم، داده‌ها با توجه به مقطع تحصیلی هر فرد، به دو بخش کارشناسی و تحصیلات تکمیلی تقسیم و تحلیل می‌شود. بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها با کمک آزمون چولگی و کشیدگی صورت گرفته است. به دلیل اینکه داده‌های برخی گویه‌ها از توزیع طبیعی پیروی نکرده‌اند، برای تحلیل داده‌ها آمار ناپارامتریک به کار گرفته شده است.

در تحلیل مرحله اول، آزمون ویلکاکسون به کار گرفته شده است. فرضیات این آزمون در جدول ۴ نمایش داده شده است. این آزمون به تحلیل میانه می‌پردازد. مرحله دوم تحلیل، تحلیل مقایسه‌ای بین دو نمونه مستقل است. در نتیجه آزمون من-ویتنی به جهت مقایسه میانه دو نمونه مورد بررسی قرار گرفته است. فرضیات آزمون من ویتنی در جدول ۵ شرح داده شده است. علی‌رغم اینکه در تحلیل‌ها، آزمون‌های ناپارامتریک به کار گرفته شده است، تمام آزمون‌ها با آزمون‌های مشابه پارامتریک یعنی آزمون تی تک‌نمونه و آزمون تی نمونه‌های مستقل نیز تکرار شده است. نتایج آزمون‌های پارامتریک تفاوت معناداری با آزمون‌های ناپارامتریک نداشته‌اند.

جدول ۴. جدول فرض مرحله اول

فرض	شرح
H_0	میانه برابر ۳ است
H_1	میانه برابر ۳ نیست

جدول ۵. فرض مرحله دوم

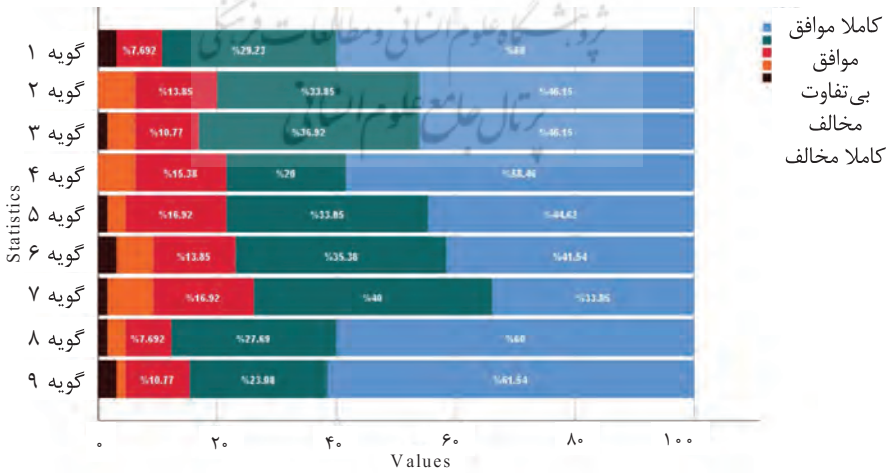
فرض	شرح
H_0	تفاوت معناداری بین میانه دو نمونه مستقل وجود ندارد
H_1	تفاوت معناداری بین میانه دو نمونه مستقل وجود دارد

۴-۱. سازه نقاط قوت

در مرحله اول فضای نمونه‌ای کل که شامل کل افراد شرکت‌کننده در نظرسنجی است، بررسی می‌شود. داده‌های هر ۹ گویه این سازه با آزمون چولگی و کشیدگی بررسی شده است. گویه‌های ۱، ۸ و ۹ از توزیع طبیعی پیروی نمی‌کنند. در نتیجه آزمون‌های ناپارامتریک برای تحلیل این سازه در نظر گرفته شده است. فرض‌های درنظرگرفته‌شده در این تحلیل، به صورت جدول ۴ است. آزمون ویلکاکسون تک‌نمونه‌ای، به عنوان آزمون مناسب جهت تحلیل انتخاب شده است. نتایج خطای آزمون ویلکاکسون در جدول ۶ نمایش داده شده است. با توجه به عدم وجود سطح خطای معنادار برای هر گویه در نتایج، فرض صفر رد می‌شود. در نتیجه داده‌ها متفاوت از میانه ۳ هستند. شکل ۱۳ نمودار درصد فراوانی فضای نمونه‌ای است. با توجه به نمودار، اکثر شرکت‌کنندگان گزینه موافق و کاملاً موافق را برای سازه نقاط قوت انتخاب کرده‌اند.

جدول ۶. نتایج آزمون ویلکاکسون برای سازه نقاط قوت

شماره گویه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
سطح خطای Sig. آزمون ویلکاکسون	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰



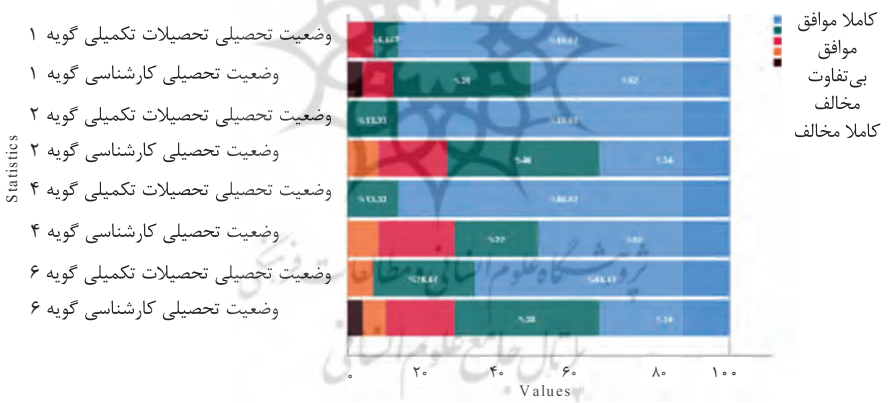
شکل ۱۳. نمودار درصد فراوانی سازه نقاط قوت

در مرحله دوم به تفکیک نمونه‌های آماری پرداخته می‌شود. فضای نمونه‌ای به دو گروه کارشناسی و تحصیلات تکمیلی تقسیم می‌شود. با توجه به عدم توزیع طبیعی در دو فضای نمونه‌ای مستقل، در این قسمت نیز آزمون‌های ناپارامتریک، ملاک ارزیابی قرار می‌گیرد. جدول ۷، اطلاعات سطح خطای من - ویتنی را نشان می‌دهد.

با توجه به آزمون من - ویتنی در گویه‌های ۱، ۲، ۴ و ۶ مقدار سطح خطا من - ویتنی کمتر از ۰/۰۵ است. در نتیجه در این چهار گویه فرض صفر رد می‌شود و بین نتایج دو نمونه مستقل در این چهار گویه تفاوت معناداری وجود دارد. شکل ۱۴نمودار درصد فراوانی برای دو گروه کارشناسی و تحصیلات تکمیلی در گویه‌های ۱، ۲، ۴ و ۶ را نشان می‌دهد. افراد گروه تحصیلات تکمیلی، بیشتر گزینه کاملاً موافق را انتخاب کرده‌اند، در حالی که افراد گروه کارشناسی بیشتر گزینه موافق را انتخاب کرده‌اند.

جدول ۷. نتایج آزمون من - ویتنی برای سازه نقاط قوت

شماره گویه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
سطح خطای Sig.	۰/۰۲۵	۰	۰/۰۷۱	۰/۰۰۸	۰/۲۰۴	۰/۰۲۳	۰/۰۶۵	۰/۰۸۱	۰/۲۷۴



شکل ۱۴. نمودار درصد فراوانی گویه ۱، ۲، ۴ و ۶ به تفکیک مقطع تحصیلی.

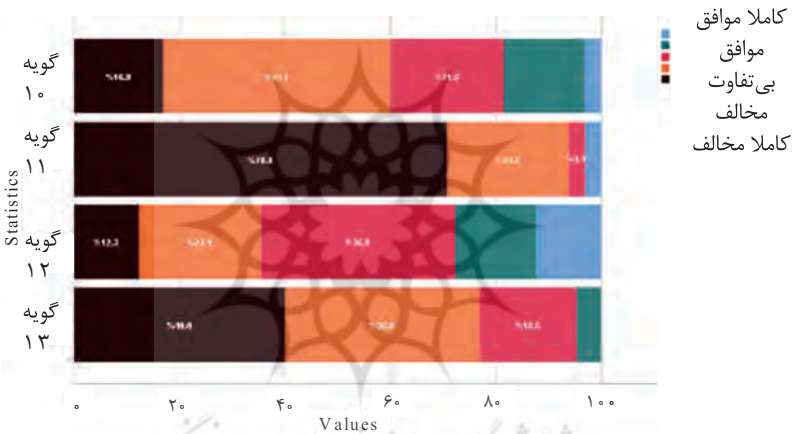
۴-۲. سازه محدودیت‌ها

طبق آزمون چولگی و کشیدگی، گویه ۱۱ در سازه محدودیت از توزیع طبیعی پیروی نمی‌کند. در نتیجه آزمون‌های ناپارامتریک مد نظر قرار می‌گیرد. در مرحله اول، آزمون ویلکاکسون با مفروضات جدول ۴ در نظر گرفته می‌شود. جدول ۷ نتایج آزمون ویلکاکسون را نشان می‌دهد. با توجه به این آزمون، گویه ۱۲ فرض صفر را رد نمی‌کند. در نتیجه در گویه ۱۲، نظرات به سمت گزینه «نظری ندارم» میل می‌کند اما در دیگر گویه‌ها، فرض صفر رد می‌شود. در نتیجه در گویه ۱۰، ۱۱ و ۱۳ نتایج متفاوت با گزینه «نظری ندارم»

است. نمودار درصد فراوانی گویه‌های این سازه در شکل ۱۵ نمایش داده شده است. با توجه به نمودار، در گویه‌های ۱۰، ۱۱ و ۱۳ نظر شرکت‌کنندگان به سمت مخالف و کاملاً مخالف میل می‌کند.

جدول ۷. نتایج آزمون ویلکاکسون برای سازه محدودیت‌ها

گویه	سطح خطای Sig.
گویه ۱۰	۰
گویه ۱۱	۰
گویه ۱۲	۰/۶۶۳
گویه ۱۳	۰

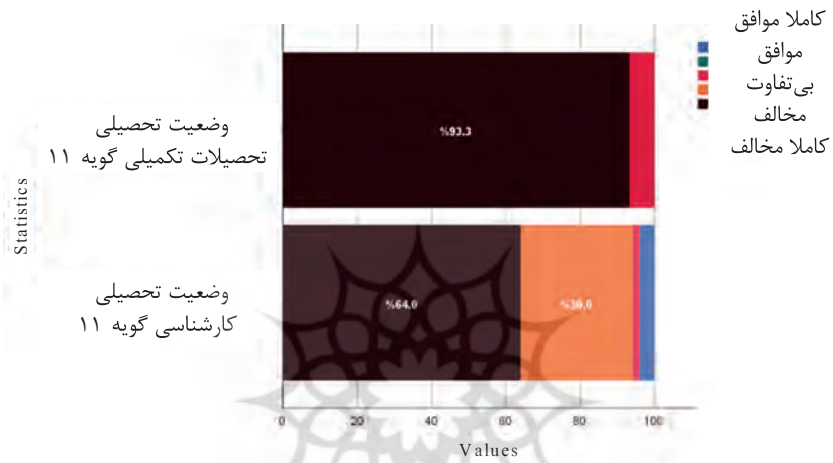


شکل ۱۵. نمودار درصد فراوانی سازه محدودیت‌ها.

در مرحله دوم، داده‌ها به شکل تفکیک‌شده پردازش می‌شوند. در این مرحله، با توجه به عدم پیروی داده‌ها از توزیع طبیعی، روش ناپارامتریک به کار گرفته می‌شود. طبق فرض‌های جدول ۵، آزمون من- ویتنی مورد بررسی قرار می‌گیرد. نتایج آزمون در جدول ۸ شرح داده شده است. با توجه به این که سطح خطای آزمون من-ویتنی در گویه ۱۱ کمتر از ۰/۰۵ است، در این گویه فرض صفر رد شده و می‌توان نتیجه گرفت که تفاوت معناداری در میانه بین دو گروه کارشناسی و فارغ‌التحصیلان وجود دارد. شکل ۱۶، نمودار درصد فراوانی داده‌های دو گروه درباره گویه ۱۱ را نشان می‌دهد. درصد قابل توجهی از دانشجویان تحصیلات تکمیلی، کاملاً مخالف ناکارآمدی تصویر در آموزش هستند در حالی که داده‌های دوره کارشناسی نشان می‌دهند که درصدی از شرکت‌کنندگان کارشناسی، به گزینه مخالف نیز رأی داده‌اند.

جدول ۸. نتایج آزمون من - ویتنی برای سازه نقاط قوت

گویه	سطح خطای Sig.
گویه ۱۰	۰/۹۸
گویه ۱۱	۰/۰۴۳
گویه ۱۲	۰/۵۸۳
گویه ۱۳	۰/۶۰۷



شکل ۱۶. نمودار درصد فراوانی گویه ۱۱ به تفکیک مقطع تحصیلی.

۴-۳. سازه کاربرد

در این سازه سعی شده است که کاربردهای احتمالی به‌کارگیری تصویر در آموزش مورد ارزیابی قرار گیرد. در مرحله اول، نحوه توزیع داده‌ها مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. بر خلاف دو سازه قبلی، طبق آزمون چولگی و کشیدگی تمامی گویه‌های این سازه از توزیع طبیعی پیروی می‌کنند. در نتیجه فرض‌های جدید با آزمون‌های مولفه‌یک برای تحلیل این سازه در نظر گرفته می‌شود. آزمون تی تک‌نمونه، به عنوان آزمون مناسب جهت تحلیل این سازه، انتخاب شده است. جدول ۹ فرضیات این آزمون را نشان می‌دهد.

جدول ۹. فرض آزمون تی

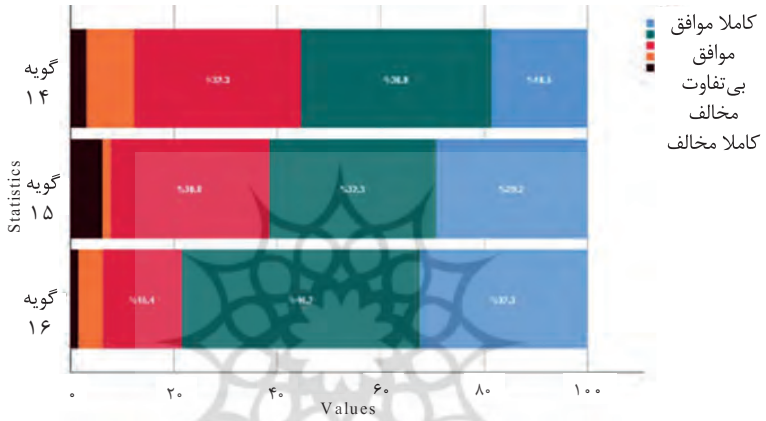
فرض	شرح
H_0	میانگین برابر ۳ است
H_1	میانگین برابر ۳ نیست

جدول ۱۰ نتایج آزمون تی را نمایش می‌دهد. با توجه به این که نتایج آزمون همه کوچک‌تر از ۰/۰۰۱ هستند، فرض صفر رد می‌شود. این بدان معناست که نظرات شرکت‌کنندگان نسبت به گزینه نظری

ندارم، متفاوت است. شکل ۱۷ نمودار درصد فراوانی پاسخ دانشجویان را نمایش می‌دهد. درصد زیادی از شرکت‌کنندگان گزینه کاملاً موافق و موافق را انتخاب کرده‌اند.

جدول ۱۰. نتایج آزمون تی برای سازه کاربرد

گویه	سطح خطای Sig.	آماره تی
گویه ۱۴	۰	۴/۷۲
گویه ۱۵	۰	۷/۵
گویه ۱۶	۰	۹/۲۲



شکل ۱۷. نمودار درصد فراوانی سازه کاربرد.

در مرحله دوم، اختلاف میانه بین داده‌های گویه‌های ۱۴ تا ۱۶ مورد بررسی قرار می‌گیرد. نتایج به‌دست‌آمده از آزمون من - ویتنی در جدول ۱۱ نمایش داده شده است. با توجه به نتایج، به علت این که همه شاخصه‌ها بیشتر از ۰/۰۵ است، میانه دو گروه تفاوت معناداری ندارند و نتایج شبیه به هم هستند.

جدول ۱۱. نتایج آزمون من - ویتنی برای سازه کاربرد

گویه	سطح خطای Sig.
گویه ۱۴	۰/۱۱۷
گویه ۱۵	۰/۹۷۴
گویه ۱۶	۰/۳۶۶

۴-۴. سازه نمره

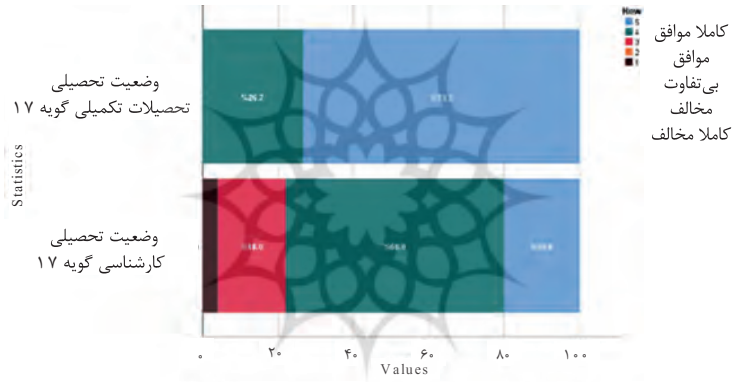
در این سازه از شرکت‌کنندگان خواسته شده است تا به این روش نمره دهند. جدول ۱۲ نشان‌دهنده آمار توصیفی سازه نمره است. با توجه به میانگین و میانه جدول، شرکت‌کنندگان معتقد هستند که نمره این روش برابر ۴ است. برای مقایسه نتایج دو گروه کارشناسی و تحصیلات تکمیلی، از روش آزمون من-

ویتنی استفاده شده است. علت انتخاب آزمون ناپارامتریک برای تحلیل این داده‌ها، مقدار کم نمونه در تحصیلات تکمیلی و همچنین عدم پیروی از توزیع طبیعی در این گروه است. نتایج این آزمون در جدول ۱۲ نمایش داده شده است. با توجه به این نتیجه، میانه در بین دو گروه تفاوت معناداری دارد.

شکل ۱۸ نمایش دهنده نمودار درصد فراوانی تجمعی است. درصد قابل توجهی از شرکت‌کنندگان تحصیلات تکمیلی به این روش نمره ۵ داده‌اند در حالی که بیشتر شرکت‌کنندگان کارشناسی، به این روش نمره ۴ داده‌اند.

جدول ۱۲. نتایج آزمون من - ویتنی برای سازه نمره

گویه	آمار توصیفی		آزمون من - ویتنی
	میانه	میانگین	شاخصه آماری Sig.
گویه ۱۷	۴	۴	۰



شکل ۱۸. نمودار درصد فراوانی سازه نمره.

۵. بحث

به طور معمول، در یک کلاس درس، با توجه به اینکه شیوه‌های یادگیری دانشجویان یکسان نیست، می‌توان از روش‌های متفاوتی برای آموزش بهره گرفت. یکی از شیوه‌هایی که در کنار دیگر روش‌ها می‌تواند کاربردی باشد و روی چند فرمول مهم پیاده‌سازی شود، روش پیشنهادشده در این مقاله است.

برای درس‌هایی که با روابط ریاضی زیادی سروکار دارند، می‌توان چند رابطه مهم و اساسی را انتخاب کرد و به کمک روش پیشنهادی آن‌ها را ماندگار کرد.

از جمله مواردی که در مروری بر پژوهش‌ها برای یک آموزش باکیفیت نام برده شده است، فراهم آوردن زمینه مشارکت دانشجویان توسط مدرسان است (Darabi, 2022). در شیوه پیشنهادی در این مقاله، طرح اولیه توسط استاد تهیه می‌شود، سپس در ادامه، زمینه مشارکت فراگیران به خوبی آماده است.

روش تعاملی در دوره‌های الکترونیکی (Samimi, 2022) و همچنین در کلاس‌های حضوری از

اهمیت بالایی برخوردار است. این امر، یعنی تعامل بین مدرس و دانشجو، به ویژه در گام اول این روش پیشنهادی، بارز است.

انگیزه درونی در یادگیری دانشجویان عامل مهمی در نظر گرفته می‌شود (Mahdieh, 2018). تفکر انتقادی از موضوع‌های مورد توجه در امر آموزش است. این موضوع می‌تواند برای ایجاد انگیزه در فرایند یادگیری کاربردی باشد (Tahmasebzadeh Sheikhlar et al., 2022). در گام اول که تعامل کلاسی صورت می‌گیرد، روش تشخیص تصاویر گمراه‌کننده از شکل‌های گویا، سبب تقویت تفکر انتقادی می‌شود.

مهارت‌های کسب‌شده در محیط دانشگاهی باید مرتبط با مهارت‌های مورد نیاز در بازار کار باشد. پس در کنار توجه به ضلع دانش، این ضلع نیز اهمیت زیادی دارد (Zarghami et al., 2022). از جمله این مهارت‌های مهم، کار گروهی است. این امر در گام دوم می‌تواند تقویت شود.

باورداشتن به کارآمدی، می‌تواند سبب تشویق در کارهای پژوهشی شود (Seyedi nazarloo et al., 2022). در گامی که دانشجویان به شکل فردی یا گروهی تصویری را طراحی می‌کنند (گام دوم) و به خوبی با بازخورد گرفتن از دیگر هم‌کلاسی‌ها از پس آن برآمده‌اند، می‌تواند باور به کارآمد بودن را در آن‌ها تقویت کند.

در (Yazdanpanah et al., 2022) مهارت‌های متفاوت در انقلاب صنعتی چهارم بیان شده است. از جمله به سواد رایانه‌ای، خلاقیت و هوش هیجانی می‌توان اشاره کرد. در گام چهارم، با به‌کارگیری نرم‌افزار به یکی از این مهارت‌ها یعنی سواد رایانه‌ای، توجه شده است.

با توجه به مروری بر پژوهش‌ها و متناسب با الگوریتم روش پیشنهادی، دستاوردهای متفاوت این شیوه در شکل ۱۹ خلاصه شده است. جذب دانشجویان و ایجاد انگیزه در آنان، مشارکت بهتر را فراهم می‌سازد. تقویت برخی مهارت‌ها، از جمله سواد رایانه‌ای، کار گروهی از دیگر دستاوردهای این روش است. تصاویر، به درک بهتر موضوع علمی در فراگیران کمک می‌کنند و با تکرار آن شکل‌ها، آموزش با کیفیت مناسبی انجام می‌پذیرد. این امر ماندگاری در ذهن را بالا می‌برد. با جان‌بخشیدن به مولفه‌های موجود در یک فرمول ریاضی، کاربرد آن، مفهوم ملموس‌تری را پیدا می‌کند.

شکل ۱۹- دستاوردهای شیوه پیشنهادی.

از محدودیت‌های این طرح آن است که شاید نتوان برخی مولفه‌ها را به سادگی در قالب تصویر نشان داد. در این صورت، می‌توان از فنون دیگر آموزش برای معرفی آن مولفه خاص، بهره گرفت. تجربه چند سال کار روی این موضوع نشان می‌دهد که شیوه‌هایی مانند طرح معما و اضافه‌کردن سرنخ در کنار تصویر می‌تواند به ماندگار کردن این‌گونه مولفه‌ها در ذهن مخاطب کمک کند.

۶. نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از نظرسنجی در سازه نقاط قوت، می‌توان گفت آموزش به کمک تصویر، باعث به‌کارگیری حافظه بصری می‌شود. همچنین باعث بروز خلاقیت در تدریس و انتقال بهتر مطالب می‌شود. دانشجو علاقه‌مند به استفاده از تصویر در آموزش مهندسی است. همچنین به دانشجو در به خاطر سپردن و به یاد آوردن و همچنین مرور بهتر مطالب که از سطوح اصلی هرم بلوم هستند، یاری می‌رساند.

نتایج سازه محدودیت نشان می‌دهد که دانشجویان معتقدند به‌کارگیری تصویر در آموزش، باعث محدودیت آموزشی، ناکارآمدی و حتی فاصله‌گرفتن از مباحث اصلی نمی‌شود. اکثریت شرکت‌کنندگان نسبت به طولانی‌تر شدن فرایند آموزش به کمک تصویر، نظری نداشته‌اند. در پژوهش‌های آینده می‌توان مبحث طولانی‌تر شدن فرایند آموزش به کمک تصویر را از جنبه‌های مختلف بررسی کرد.

در سازه کاربرد، نظر شرکت‌کنندگان نسبت به کاربردهای احتمالی تصویر در آموزش مهندسی مورد ارزیابی قرار گرفته است. شرکت‌کنندگان معتقد هستند که تکلیف، زنگ تفریح کلاسی و درج مطلب در مجلات آموزشی می‌تواند کاربرد مناسب تصویر در آموزش مهندسی باشند. همچنین شرکت‌کنندگان در گویه چهارم و پنجم از سازه نقاط قوت در این نظرسنجی موافق به‌کاربردن تصویر در تدریس بوده‌اند.

نتایج تفکیک‌شده نظرسنجی نشان می‌دهد گروه تحصیلات تکمیلی نسبت به گروه کارشناسی، نظرات قاطع‌تری نسبت به گویه‌های نظرسنجی داشته‌اند. همچنین شرکت‌کنندگان به طور میانگین نمره ۴ را از بین ۵ نمره به روش به‌کارگیری تصویر در آموزش اختصاص داده‌اند.

ایجاد انگیزه اولیه در دانشجو می‌تواند مهم‌ترین گام در یک آموزش اثربخش به شمار بیاید. برای جذاب کردن روابط ریاضی، یک روش تصویری در این مقاله پیشنهاد شد. این روش برای یک فرمول توان خودرو که شامل چند عبارت و مولفه‌های متفاوتی است، در چند کلاس در طی چند نیم‌سال، پیاده‌سازی شده است. به کمک خود دانشجویان تصاویری متناسب با هر مولفه در فرمول، پیشنهاد شد. سپس در کلاس‌های دیگر این عکس‌ها نشان داده شد. دانشجویان باید مولفه مورد نظر با هر تصویر را حدس می‌زدند. برای ماندگاری بهتر، سعی شد که برای مولفه‌ها، بیشتر از یک تصویر پیشنهادی معرفی شود. بازخورد دانشجویان برای حدس و رسیدن به پاسخ درست، نشانگر مناسب بودن یا نبودن تصاویر بود.

با بازخورد دانشجویان، سختی انتخاب تصویر مناسب برای انتقال یک مفهوم علمی درک شد.

از سوی دیگر، تبادل‌نظر بین دانشجویان سبب ماندگاری موضوع علمی در ذهن شد. همین‌طور مشاهده شد که برخی از دانشجویان، توانایی انتخاب تصویر متناسب با یک مفهوم علمی را دارند و برخی دیگر این توانمندی را کمتر دارند. تمرین در کلاس و بازخوردهای دانشجویان می‌تواند سبب تقویت این مهارت شود.

روش پیشنهادی به راحتی می‌تواند نه تنها برای فرمول‌های ریاضی در بحث‌های متفاوت، بلکه برای موضوع‌های علمی دیگر به کار گرفته شود. بدیهی است همان‌طور که در گام‌های پیشنهادی نشان داده شد، بهتر است که با توجه به متفاوت‌بودن شیوه‌های یادگیری دانشجویان و همچنین توانمندی‌های متفاوت آن‌ها، روش‌های گوناگونی توسط استاد به کار گرفته شود. این تنوع کمک می‌کند تا بتوان از مشارکت همگانی دانشجویان در بحث کلاسی برخوردار شد. انجام کار گروهی و تبادل نظر برای رسیدن به یک پاسخ مناسب از نتایج این طرح به شمار می‌رود. با طرح تکلیف جهت پیداکردن مثال‌های کاربردی می‌توان به شکلی ژرف‌تر نقش هر مولفه را به دانشجویان آموخت. ارائه این تکالیف در یک جلسه دیگر، دیدگاه‌های متفاوت هر دانشجو را نشان می‌دهد. با توجه به اینکه در بحث‌های فنی، مراجع زیادی به زبان انگلیسی نوشته شده است، برای بهره‌گیری بهتر از این کتاب‌ها، فیلم‌ها و مقاله‌ها، لزوم آشنایی با کلمه‌های تخصصی بیشتر احساس می‌شود. فکر کردن برای به تصویر کشیدن این واژه‌ها، به طور غیرمستقیم سبب ماندگاری این واژه‌های کلیدی در ذهن دانشجو می‌شود.

در هر زمینه تخصصی، می‌توان روابط را در نرم‌افزارهایی به کار گرفت. به‌کارگیری مناسب تصاویر در تحلیل یک برنامه اجراشده در نرم‌افزار نیز می‌تواند به جذابیت بیشتر آن کمک کند. ایده پیشنهادی در یک حالت خاص برای دانشجویان رشته مهندسی پیاده‌سازی شد و کارایی آن توسط دانشجویان نشان داده شد ولی به جرات می‌توان ادعا کرد که به‌کارگیری این روش در دیگر حوزه‌ها هم ارزش امتحان کردن را دارد.

در گام‌های آینده، می‌توان از دانشجویان خواست که ارتباطی متناسب بین تصویرهای متفاوت ایجاد کنند. این امر می‌تواند مهارت‌های دیگری را هم در دانشجویان تقویت کند. بدیهی است که برقراری ارتباط کامل بین همه تصاویر کار راحتی نیست ولی امری ممکن است. دانشجویانی که به درک عمیقی از ارتباط مولفه‌های متفاوت در رابطه ریاضی رسیده باشند می‌توانند از عهده این کار بر آیند.

همچنین از دیگر نقطه‌نظرات این روش پیشنهادی، می‌توان از نظرهای دانشجویان برای بهبود این روش بهره جست و از آنان خواسته شود که نقاط قوت و ضعف روش را موشکافانه بررسی کنند و سپس گامی جدید برای بهبود ارائه کنند. از این شیوه پیشنهادی می‌توان برای ارزیابی دانشجویان نیز بهره گرفت. اگر دانشجویی، یک موضوع علمی را به طور کامل فهمیده باشد، می‌تواند خود طراح تصاویر مناسب باشد. به عبارت دیگر می‌توان از این طریق سطح شناخت دانشجویان را تشخیص داد. یک فرمول ریاضی به طور معمول درس داده شود و سپس طراحی شکل‌های مناسب به دانشجو واگذار شود.

References

- 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. *In 2019 6th International Conference on Technical Education (ICTechEd6)* (pp. 1-6). IEEE.
- Armstrong, P. (2010). Bloom's Taxonomy. Vanderbilt University Center for Teaching. Retrieved [todaysdate] from https://cft.vanderbilt.edu/guides-sub-pages/blooms-taxonomy.
- Chi, H. T. K., & Takano, K. (2021). A collaborative ensemble system with picture story for aesthetic sensibility learning. *In 2021 IEEE 3rd Global Conference on Life Sciences and Technologies (LifeTech)* (pp. 222-224). IEEE.
- 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].
- Farrow, A., Miller, K. A., & Myllyvirta, L. (2020). Toxic air: the price of fossil fuels.
- Gandomzadeh, M., Malandish, E., Gavagsaz-Ghoachani, R., Jafari, H., & Phattanasak, M. (2019). Purposeful learning booklet a method for teaching engineering. *In 2019 6th International Conference on Technical Education (ICTechEd6)* (pp. 1-6). IEEE.
- Gavagsaz-Ghoachani, R., Martin, J. P., Nahid-Mobarakeh, B., & Davat, B. (2013). An e-learning tool for power control and energy management in DC microgrids. *In 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. (2021). Effect of wide observation of nature in renewable energy engineering education. *In 2021 Research, Invention, and Innovation Congress: Innovation Electricals and Electronics (RI2C)* (pp. 193-198). IEEE.
- Heimbürger, A., Keto, H., & Isomöttönen, V. (2020). Learning via summarizing infographics assignment in software engineering management e-course?. *In 2020 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)* (pp. 1-5). IEEE.
- Jalali, R. (2013). Qualitative research sampling, *Journal of Qualitative Research in Health Sciences*, 1(4), 310-320 [In Persian].
- 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. *In 2021 Research, Invention, and Innovation Congress: Innovation Electricals and Electronics (RI2C)* (pp. 205-210). IEEE.
- Mahdieh, O. (2018). Investigation and explanation of the effect of motivation on student learning (with the emphasis on the features of university textbooks. *Iranian Journal of Engineering Education*, 20(79), 98-118 [In Persian].
- Memarian, H. (2012). New student-centered methods in engineering education. *Iranian Journal of Engineering Education*, 13(52) [in Persian].
- Mirahmadizadeh, A., Delam, H., Seif, M., & Bahrami, R. (2018). Designing, constructing, and analyzing likert scale data. *J Educ Community Health*. 2018; 5(3): 63-72 [In Persian].
- 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. *In 2019 6th International Conference on Technical Education (ICTechEd6)* (pp. 1-6). IEEE.
- Reynolds, M. M., & Avendano, M. (2018). Social policy expenditures and life expectancy in high-income countries. *American Journal of Preventive Medicine*, 54(1), 72-79.
- 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., 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].
- Taghizadeh, K., & Vejdanzade, L. (2017). Analysis of the necessity of using structural physical model on educating structural course according bloom's model (case study: structural systems course architecture students of University of Tehran). *Iranian Journal of Engineering Education*, 19(73), 89-117 [in Persian].
- Tahmasebzadeh sheikhlar, D., Pashaeifakhr, A., & 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].
- Wu, C., & Thompson, M. E. (2020). *Sampling theory and practice. Springer.*
- Yazdanpanah, M., Hassani, M., & Galavandi, H. (2022). Assessing the status and prioritization of non-technical skills of engineering graduates in the fourth industrial revolution from the perspective of employers and graduates. *Iranian Journal of Engineering Education*, 24(93), 3-26 [In Persian].
- 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.
- Zarghami, H., Jafari, M., & IzadKhah, S. (2022). Identifying, prioritizing and evaluating the degree of adaptability of the skills required by industrial engineering graduates to enter the labor market. *Iranian Journal of Engineering Education*, 23(92), 7-34 [In Persian].

پرهام کریمی: مدرک کارشناسی ارشد خود را از دانشگاه شهید بهشتی تهران در رشته مهندسی انرژی‌های تجدیدپذیر، در سال ۱۴۰۰، و مدرک کارشناسی را از دانشگاه آزاد نجف‌آباد اصفهان در رشته مهندسی پزشکی، دریافت کرد. علایق تحقیقاتی او شامل مبدل‌های مدولار در سامانه‌های تجدیدپذیر و آموزش مهندسی است.

رقیه گوگ‌ساز قوچانی: مدرک کارشناسی ارشد خود را از مؤسسه ملی پلی‌تکنیک لورن (INPL)، نانسی فرانسه، در سال ۲۰۰۷، و مدرک دکترا را از دانشگاه لورن فرانسه (Université de Lorraine) در سال ۲۰۱۲، هر دو در رشته مهندسی برق، دریافت کرد. در حال حاضر، عضو هیئت علمی گروه مهندسی انرژی‌های تجدیدپذیر دانشگاه شهید بهشتی تهران است و به عنوان 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.