روش خلاقانه مهندسی برای شبیه‌سازی ماندگار سامانه‌های مهندسی در محیط‌های نرم‌افزاری

امیرحسین منصوری[۱] و رقیه گوگ‌ساز قوچانی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۶/۱۷، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۹/۲۰

DOI: 10.22047/ijee.2023.415346.2009

چکیده: آموزش مهندسی در کنار حوزه‌های مختلف مهندسی، دارای اهمیت و نیازمند پژوهش است. در علوم مهندسی، یکی از مهم‌ترین ابزارهای پژوهش برای مهندسان، شبیه‌سازی عددی به کمک نرم‌افزارهای رایانه‌ای است. متلب/سیمولینک از جمله نرم‌افزارهای کاربردی در علوم مهندسی است. آموزش این نرم‌افزار با توجه به دامنه وسیع کاربرد آن، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این مقاله، روشی آموزشی با انسجام مجموعه بلوک‌های به‌کارگرفته‌شده برای شبیه‌سازی سامانه‌های مهندسی پیشنهاد شده است. این شیوه بر پایه تصویر بوده و هدف آن، آموزش چگونگی پیاده‌سازی بلوک‌ها در محیط سیمولینک نرم‌افزار است. عواملی مانند نام، شکل ظاهری و عملکرد اجزای بلوک‌ها دارای اهمیت است. روش پیشنهادی می‌تواند در بهبود کیفیت شناخت و ماندگاری ذهنی این عوامل اثرگذار باشد. نمونه‌های اجرایی ایده پیشنهادی در سطح‌های مختلف، در قالب تکلیف یا آزمون، معرفی شده‌اند. تجربه اجرای این روش در چند نیم‌سال تحصیلی، نشان‌دهنده قابلیت پیاده‌سازی آسان آن بر روی سامانه‌های متفاوت مهندسی است. نتایج به‌دست‌آمده از نظرسنجی، در سه سازه ماندگاری، شناخت و روان‌شناختی دسته‌بندی و بررسی شده است. اثربخشی بسته پیشنهادی، به کمک پیش‌آزمون و پس‌آزمون نشان داده شده است.

واژگان کلیدی: نرم افزار متلب/سیمولینک، آموزش مهندسی، مهارت نرم‌افزاری، ماندگاری، مبدل بوست

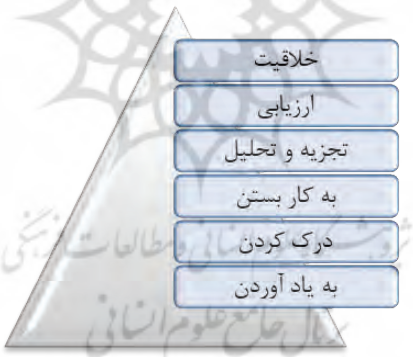
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی انرژی‌های تجدیدپذیر-دانشکده مهندسی مکانیک و انرژی-دانشگاه شهید بهشتی، تهران. amirhos.mansouri@mail.sbu.ac.ir

۲- دانشیار، گروه مهندسی انرژی‌های تجدیدپذیر-دانشکده مهندسی مکانیک و انرژی-دانشگاه شهید بهشتی، تهران. (نویسنده مسئول). r_gavagsaz@sbu.ac.ir

۱. مقدمه

امروزه پیشرفت فناوری وابسته به گسترش علوم مهندسی در همه بخش‌هاست. این علوم در طی تاریخ با سرچشمه گرفتن از علوم پایه و ترکیب با کاربرد و عمل پدیدار شده‌اند. علوم مهندسی، در گذر زمان پیشرفت بسیاری داشته‌اند و هم‌زمان با گسترش آن، جهان شاهد با اهمیت شدن نقش علوم بین‌رشته‌ای و کم‌رنگ شدن مرز بین رشته‌های مهندسی است. از این رو، روش‌های سنتی انتقال مفاهیم علمی و آموزش علوم مهندسی، نیازمند بازنگری است (Mansouri et al., 2023).

یکی از طبقه‌بندی‌های شناخته‌شده در امر آموزش، هرم بلوم است. سطح‌های هرم بلوم در حوزه شناختی، در شکل ۱ نشان داده شده است (Ghandriz et al., 2021) و (Armstrong et al., 2010). در این هرم، ترتیب دارای اهمیت است. در سطح‌های مختلف، برای رسیدن به هر مرحله این هرم، نیاز است مراحل پیشین پیموده شوند (Taghizadeh et al., 2017). به‌کارگیری نرم‌افزارهای مهندسی می‌تواند در بالابردن سطح یادگیری دانشجویان مؤثر باشد. دانشجویان می‌توانند مطالبی را که یاد می‌گیرند و آنها را درک می‌کنند، در فضای نرم‌افزار به کار بگیرند. به عبارت دیگر، با توجه به این هرم، می‌توان سطح شناختی دانشجویان را در سطح سوم، یعنی به‌کار بستن آن، بالا برد.



شکل ۱. سطوح متفاوت هرم بلوم، نظریه شناختی

یکی از نیازهای مهم در تربیت مهندسان، شبیه‌سازی است. از یک دیدگاه، پژوهش‌ها در زمینه علوم مهندسی به سه روش انجام‌پذیر است. روش اول، حل تحلیلی است که با توجه به پیچیدگی مسائل و روابط و مدل‌سازی آنها، کمتر به کار گرفته می‌شود. روش دوم، روش تجربی و انجام آزمایش است. روش سوم، شبیه‌سازی عددی است. شبیه‌سازی به کمک نرم‌افزارهای گوناگونی قابل انجام است. یکی از پرکاربردترین نرم‌افزارها متلب/سیمولینک است که توسط مهندسان و پژوهشگران بسیاری در سطح جهان، به کار گرفته می‌شود. در محیط سیمولینک این نرم‌افزار، با انتخاب بلوک‌های مناسب، سامانه مورد مطالعه شبیه‌سازی می‌شود. راهکارهای متفاوتی به منظور بهبود آموزش این نرم‌افزار ارائه

شده است. از جمله راهکارها در امر آموزش، به‌کارگیری ابزارهای موجود در آن است. به عنوان نمونه، به کمک واسط گرافیکی در محیط نرم‌افزار متلب/سیمولینک یک فایل اجرایی برای سامانه میکروگرید ساخته شد (Gavagsaz-Ghoachani et al., 2013). در این نمونه، فایل اجرایی، مولفه‌های متفاوتی از سامانه مورد مطالعه قابل تغییر هستند و در هر حالت، نتایج شکل موج‌های متفاوت از سامانه قابل مشاهده است.

عوامل بسیاری می‌تواند موجب افزایش بازدهی در آموزش و یادگیری بهتر فراگیران شود. به‌کارگیری تصویر، بازی، تعامل بین اساتید و دانشجویان و ایجاد کنجکاوی در ذهن دانشجویان از جمله این عوامل به شمار می‌روند.

تصویر در روند آموزش، می‌تواند سبب ماندگاری محتوای آموزشی در ذهن فراگیران شود (Mario Dura´n et al., 2006). به‌کارگیری گیف‌های تصویری در آموزش علوم پایه، عملکردی مناسب و کارآمد داشته است (Sahin BULBUL., 2007) و (Altintaş., 2017). روش‌های بصری در آموزش مفاهیمی همچون شبیه‌سازی و برنامه‌نویسی سبب ایجاد محیطی گویا و سرگرم‌کننده می‌شوند (Zhao et al., 2022). تصاویر برای آموزش مفاهیم مهندسی و روابط مهندسی، به کار گرفته شده است (Gavag-saz-Ghoachani et al., 2022) و (Karimi et al., 2023). در مروری بر پژوهش‌ها، ایده‌های گوناگونی در زمینه آموزش نرم‌افزار بر پایه تصویر ارائه شده است. به عنوان نمونه، برای آموزش کدنویسی در ام‌فایل متلب، داستانی برای معرفی پروفایل توان بار یک خودرو معرفی شده است (Karimi et al., 2021). این داستان می‌تواند به عنوان پیش‌مطالعه، به فراگیران کمک کند. در راستای آموزش پایه‌ای بلوک‌های نرم‌افزار متلب/سیمولینک، ایده‌ای خلاقانه بر پایه مقایسه با حیوانات گوناگون معرفی شده است (Karimi et al., 2022). از نظر ظاهری و عملکردی، هر بلوک به حیوانی تشبیه شده است. این روش، جذابیت و ماندگاری عملکرد بلوک‌های نرم‌افزار متلب/سیمولینک را در ذهن دانشجویان ایجاد می‌کند.

در پژوهش‌های دیگری در امر آموزش، روش‌هایی بر پایه بازی‌های رایانه‌ای پیشنهاد شده است (Martin-Lara et al., 2020) و (Gordillo et al., 2022). اثربخشی بازی‌های آموزشی از نظر کسب دانش و ایجاد انگیزه بررسی شده است (López et al.,2023).

تعامل بین دانشجویان با یکدیگر و نیز دانشجویان با استاد، یکی دیگر از عواملی است که می‌تواند فرایند یادگیری را بهبود ببخشد (Serra et al.,2023). تعامل مناسب دانشجویان با یکدیگر موجب تقویت مهارت‌ها در آنها می‌شود و نیز طوفان فکری موجب یادگیری بهتر می‌شود (Eickholt et al., 2021) و (Nazarloo et al., 2023).

ایجاد کنجکاوی در ذهن فراگیران، می‌تواند اثر مثبتی بر روند یادگیری آنان بر جای بگذارد. اثر کنجکاوی بر کیفیت آموزش و تبدیل ترس دانشجویان به جذابیت و علاقه به مطلب، مورد بررسی قرار گرفته است (Dyche, 2011). نتایج، نشان‌دهنده مفید بودن این‌گونه روش‌هاست.

در صورت دستیابی به یک روش که بتواند هم‌زمان چند عامل مؤثر را همراه داشته باشد، می‌توان یادگیری فراگیران را به مراتب بهبود بخشید. در طرح پیشنهادی در این مقاله، چند جنبه متفاوت (شکل ۲) با هم ترکیب شده است. روشی برای آموزش سیمولینک بر اساس یک تصویر مفهومی پیشنهاد شده است. این روش بر پایه تعامل بین استاد و دانشجویان و با ایجاد کنجکاوی در ذهن فراگیران بنا شده است. تلفیق بلوک‌های به‌کارگرفته‌شده در شبیه‌سازی یک سامانه مهندسی، در قالب یک تصویر خاص نشان داده می‌شود. هر جزء این تصویر با یک بلوک در ارتباط است. هر جزء می‌تواند فقط از نظر ظاهری نشان‌گر بلوک متناظر باشد و یا در برگیرنده سطح بالاتری بوده و مفهوم عملکردی بلوک را نیز شامل شود.

شکل ۲. جنبه‌های متفاوت به‌کارگرفته‌شده در ایده پیشنهادی

برخی از دانشجویان، زمانی که برای نخستین‌بار با یک مفهوم و یا مطلب علمی آشنا می‌شوند، از حجم و سختی آن مطلب، ترسی در دل دارند. یکی از اهداف روش پیشنهادی این است که آنان، با دیدن تصاویری با این سبک، کنجکاو شوند و محتوای علمی برای آنان جذابیت یابد. این روش، در شروع برای آموزش نرم‌افزار در سطح مقدماتی به کار گرفته شده است و دانشجویانی که آموزش می‌بینند، برای اولین‌بار است که با متلب/سیمولینک آشنا می‌شوند. اما در سطح‌های بالاتر نیز این روش کاربرد دارد. در این مقاله، پس از نشان‌دادن یک مطالعه موردی، روش‌های گوناگون اجرا در سطح‌های متفاوت، مورد بررسی قرار می‌گیرند. ایده پیشنهادی برای یک مطالعه موردی، یعنی یک مبدل بوست نشان داده می‌شود ولی تجربه انجام این شیوه در کلاس‌های متفاوت نشان داده است که این ایده به خوبی می‌تواند روی شبیه‌سازی دیگر سامانه‌های مهندسی نیز به کار گرفته شود.

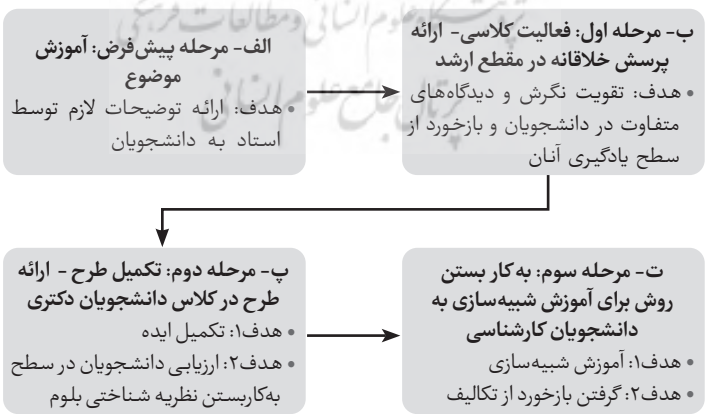
ساختار مقاله به این شرح است: در بخش دوم، پس از مقدمه، مواد و روش‌ها معرفی شده است. تجربه‌های گوناگونی از اجرای روش، در مقاطع متفاوت تحصیلی، کارشناسی و تحصیلات تکمیلی، بیان شده است. در بخش سوم، سطوح متفاوت جهت انجام در قالب فعالیت کلاسی و یا آزمون پیشنهاد شده است. در بخش چهارم، اثربخشی روش پیشنهادی مورد بررسی قرار گرفته است. در بخش پنجم، نتیجه‌گیری و پیشنهادهای پژوهش‌های آتی ارائه شده است.

۲. مواد و روش‌ها

در این بخش، شکل‌گیری روش پیشنهادی معرفی شده است. سپس، سطح‌های متفاوت برای اجرای این شیوه آموزشی شرح داده شده است. در شکل ۳ طرحواره مسیر پیموده‌شده نشان داده شده است. ترتیب هر مرحله و هدف‌های آنها بیان شده است. این روند، در مدت‌زمان دو نیم‌سال تحصیلی صورت گرفته است. در اجرای طرح پیشنهادی، دانشجویان هر سه مقطع کارشناسی، کارشناسی‌ارشد و دکتری، در مراحل متفاوت شرکت داشته‌اند. این چهار مرحله عبارت‌اند از:

- مرحله پیش‌فرض: آموزش موضوع؛
- مرحله ۱: انجام فعالیت کلاسی؛
- مرحله ۲: تکمیل طرح؛
- مرحله ۳: به‌کار بستن.

در ادامه، هر یک از این مرحله‌ها شرح داده شده است.



شکل ۳. مراحل روش آموزشی پیشنهادی

۲-۱. مرحله پیش‌فرض: آموزش موضوع

فرض می‌شود که توضیح‌های لازم توسط استاد برای سامانه موردمطالعه به دانشجویان ارائه شده است. شبیه‌سازی سامانه موردنظر، پس از آموزش مفاهیم آن، در اختیار دانشجویان قرار می‌گیرد. چگونگی شبیه‌سازی در فضای نرم‌افزار داده می‌شود.

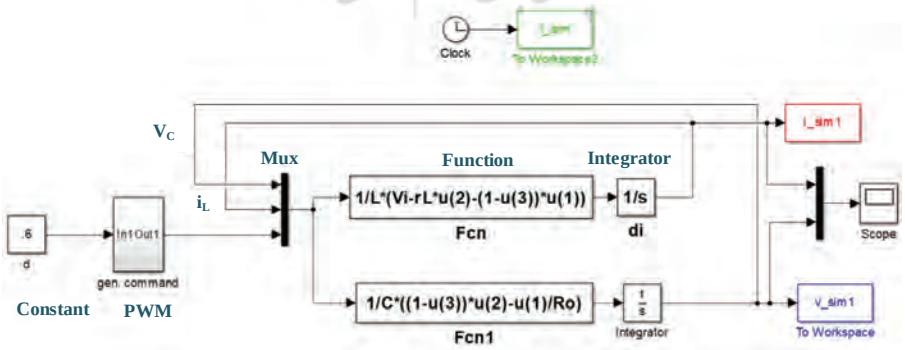
۲-۲. مرحله اول: انجام فعالیت کلاسی

یکی از جلسات کلاس، با حضور دانشجویان مقطع کارشناسی ارشد تشکیل شد. از دانشجویان دو کلاس درس مدل‌سازی انرژی‌های تجدیدپذیر و سامانه‌های هیبرید انرژی، خواسته شده بود به طور هم‌زمان در این جلسه مشترک حضور پیدا کنند. این جلسه، با هدف تقویت نگرش و دیدگاه‌های متفاوت در دانشجویان، به طور مشترک برگزار شد.

شبیه‌سازی سامانه مورد مطالعه (یک مبدل بوست) در شکل ۴ نشان داده شده است. از دانشجویان خواسته شد با توجه به اجزای موجود در فضای سیمولینک، طرحی خلاقانه را ارائه دهند. در آن طرح باید ارتباط کاملی بین تمام بلوک‌های شبیه‌سازی برقرار می‌شد. برای این فعالیت کلاسی، حدود ده دقیقه زمان داده شد. به دانشجویان این اختیار داده شد تا بتوانند با توجه به علاقه‌مندی‌های خود، طرحی را پیشنهاد دهند.

پاسخ‌های دانشجویان در این زمان، توسط استاد بررسی و به آنان بازخورد اولیه داده می‌شد. دانشجویان در صورت نیاز، توسط استاد راهنمایی می‌شدند. طرح‌های متفاوتی توسط دانشجویان داوطلب بر روی تابلو ارائه شد. این طرح‌ها، نشان‌گر دیدگاه‌های متفاوت آنان بود.

یکی از این طرح‌ها در شکل ۵ نشان داده شده است. در این پاسخ، علاوه بر در نظر گرفتن تمام اجزای موجود در شکل شبیه‌سازی، مفهوم و عملکرد هر جز نیز مورد توجه قرار گرفته شده است. از این رو، این طرح پیشنهادی، با استقبال دانشجویان روبه‌رو شد.



شکل ۴. فضای سیمولینک سامانه مورد مطالعه

شکل ۵. یکی از طرح‌های پیشنهادی در کلاس درس

مطابق شکل ۴، محیط شبیه‌سازی سامانه مورد مطالعه، شامل بلوک‌های متفاوتی است. این بلوک‌ها به شکل مربع، دایره و مستطیل با اندازه‌های متفاوت هستند. در این طرح، یک ربات، به کمک این بلوک‌ها تشکیل شد. از یک سو، تمام بلوک‌ها که اجزای شبیه‌سازی بودند، در طرح ربات به‌کار گرفته شده بود. از سوی دیگر، هر عضو ربات، متناسب با مفهوم هر یک از بلوک‌ها شکل گرفته بود. به عنوان نمونه، تولید سیگنال فرمان در بخش کنترلی، به مغز ربات تشبیه شده است. برای دست‌های ربات، بلوک‌های Function در نظر گرفته شده است. نمونه دیگر از برقراری ارتباط در این طرح پیشنهادی، بلوکی به نام To Workspace است. به کمک این بلوک، داده‌ها می‌توانند به مکانی دیگر انتقال داده شوند. این بلوک با توجه به مفهوم عملکردی و ظاهر مستطیلی آن، به پاهای ربات متناظر شده است (برای پرهیز از بحث‌های خیلی تخصصی، علت ارتباط دیگر اجزای ربات و بلوک‌ها بیان نمی‌شود). در یک گفتگوی تعاملی بین دانشجویان و استاد، برخی از تشبیه‌های بین اجزای شبیه‌سازی و اعضای ربات، توسط همه حاضران تأیید شد. برای برخی از تشبیه‌های دیگر، پیشنهادهای دیگری نیز توسط دانشجویان ارائه شد.

۲-۳. مرحله دوم: تکمیل طرح

در این مرحله، پاسخ مورد تأیید دانشجویان مقطع کارشناسی‌ارشد، در اختیار دانشجویان مقطع دکتری قرار داده شد. این مرحله، خود به دو بخش تقسیم می‌شود: بخش اول، فعالیت کلاسی و بخش دوم آزمون پایانی.

الف) بخش اول: معرفی و تکمیل

در بخش اول، از دانشجویان مقطع دکتری خواسته شد تا طرح پیشنهادی توسط آنان مورد بحث و بررسی قرار گیرد. دلیل این امر، سطح آموزشی بالاتر این دانشجویان بود. تلاش بر این بود تا نکاتی توسط دانشجویان بیان شود تا طرح اولیه تکمیل شود. به عنوان نمونه، چند پیشنهاد اصلاح‌کننده برای اجزای کنار ربات بیان شد. در محیط شبیه‌سازی، یک بلوک دایره‌ای (ساعت) و بلوکی مستطیلی وجود داشت. در طرح اولیه، این دو بلوک به عنوان وزنه در کنار ربات پیشنهاد شده بود. در راستای تکمیل طرح، مواردی مانند جایگزینی این بخش با ساعت مچی، کلاه دانش‌آموختگی و یا کوک برای ربات پیشنهاد شد.

ب) بخش دوم: آزمون

بخش دوم، از این مرحله، در قالب یکی از پرسش‌های آزمون پایان‌ترم دانشجویان دکتری مطرح شد. سطح این پرسش، در حد سطح سوم هرم بلوم (به‌کار بستن) بود. فضای شبیه‌سازی برای دو سامانه متفاوت در اختیار دانشجویان قرار گرفت. پیش از آن، این دو سامانه، در کلاس مورد مطالعه قرار گرفته بود. از آنان خواسته شد از ایده ربات الگو بگیرند و طرحی خلق کنند که از لحاظ ظاهری و همچنین عملکردی، گویای بخش‌های متفاوت فضای شبیه‌سازی باشد.

تجربه به‌دست‌آمده از این آزمون نشان داد که اگر مفاهیم علمی به خوبی به دانشجویان آموزش داده شده باشد، با به‌کارگیری خلاقیت دانشجویان، می‌تواند پاسخ مناسب ارائه شود. دانشجویانی که از قدرت خلاقیت و ایده‌پردازی بالاتری برخوردار بودند، طرح‌هایی عالی پیشنهاد کردند. یک نمونه از پاسخ‌ها، تشبیه شبیه‌سازی یک کنترل‌کننده به یک تفنگ بود. از آن جایی‌که برای شلیک مناسب گلوله در یک تفنگ حرفه‌ای مولفه‌های متفاوتی مورد نیاز است، این موارد با مولفه‌های کنترلی، مقایسه شده بود. از دیگر موارد، می‌توان به بلوک خروجی کنترل‌کننده اشاره کرد که به گلوله شلیک‌شده تشبیه شده بود.

۲-۴. مرحله سوم: به کار بستن

در این مرحله، طرح تکمیل‌شده توسط دانشجویان مقطع دکتری، در اختیار دانشجویان مقطع کارشناسی قرار داده شد. طرح پیشنهادی، برای آموزش شبیه‌سازی به دانشجویان کارشناسی و نیز ارزیابی آنان به کار گرفته شد. در ادامه، هر یک از این دو بخش معرفی می‌شود.

الف) بخش اول

در اجرای بخش اول، طرح ربات در راستای آموزش شبیه‌سازی به دانشجویان به کار گرفته شد. یک

نمونه شبیه‌سازی از بین محتوای درسی انتخاب شد و از طریق این روش آموزش داده شد.

ب) بخش دوم

در بخش دوم، در قالب یک تکلیف، از دانشجویان خواسته شد تا نمونه‌ای مشابه را توصیف کنند. با بازخوردهای گرفته‌شده، این ایده کمک کرد تا ساختار و فضای شبیه‌سازی در ذهن سپرده شود. از جمله دیگر ویژگی‌های شیوه پیشنهادی از دیدگاه دانشجویان، می‌توان به جذابیت و جدید بودن آن اشاره کرد. در نتیجه، این طرح ادامه پیدا کرد و به تدریج کامل‌تر شد.

۳. سطح‌بندی فعالیت کلاسی و آزمون

در این بخش، برای چگونگی اجرای ایده معرفی‌شده، چند سطح پیشنهاد می‌شود. سطح‌های متفاوت برای هر پرسش، در جدول ۱ نشان داده شده است. این پرسش‌ها می‌توانند در قالب فعالیت کلاسی یا آزمون مطرح شود. در این جدول پنج ستون، وجود دارد:

در ستون اول، هر سطح، متناسب با سختی پرسش، نام‌گذاری شده است. مقدماتی، ساده‌ترین سطح است و پس از آن، به ترتیب سطح‌های میانی، پیشرفته ۱ و پیشرفته ۲ قرار دارد.

ستون اجزا: در تمام سطح‌ها، برای پیشنهاد یک طرح باید تمام اجزای فضای شبیه‌سازی توسط دانشجویان به کار گرفته شود. در سطح مقدماتی، هدف، فقط یادگیری و ماندگاری ذهنی بلوک‌های به‌کارگرفته‌شده در شبیه‌سازی است.

ستون عملکرد: به کمک ایده پیشنهادی، علاوه بر شناخت اجزا که همان بلوک‌ها هستند، باید عملکرد آنها نیز توسط دانشجو شناخته شده باشد. به‌کارگیری اجزا و عملکرد، برای پیاده‌سازی در طرح پیشنهادی، در سطح میانی رتبه‌بندی شده است.

ستون ترتیب: برای کمک در ماندگاری فضای شبیه‌سازی در ذهن، ترتیب قرارگرفتن اجزا، در شکل پیشنهادی مهم است. اگر در کنار اجزا، عملکرد و ترتیب آنها مورد توجه قرار گیرد، این پرسش در سطح پیشرفته ۱ قرار خواهد گرفت.

ستون تغییر فضای ظاهری: چیدمان شبیه‌سازی می‌تواند به سلیقه کاربر، تغییر داده شود. البته بدیهی است که این تغییرات، نباید خللی در اجرای برنامه سیمولینک وارد کند. از جمله این تغییرات می‌توان به چرخاندن بلوک و کوچک یا بزرگ‌کردن آنها اشاره کرد. مهارت‌های جانبی دانشجویان می‌تواند به وسیله این طرح تقویت شود. اگر طرح پیشنهادی، شامل اجزا، عملکرد و تغییر فضای ظاهری باشد، این پرسش در سطح پیشرفته ۲ قرار می‌گیرد. در این سطح، بخشی از پیاده‌سازی سیمولینکی می‌تواند توسط دانشجویان و به کمک دیگر بلوک‌ها انجام شود و سپس طرح پیشنهادی خلق شود.

در تمام این سطح‌ها، برنامه شبیه‌سازی سیمولینکی در اختیار دانشجو قرار می‌گیرد. با سخت‌تر شدن پرسش، پیاده‌سازی سیمولینک می‌تواند از ابتدا به خود دانشجویان واگذار شود.

جدول ۱. بیان سطح‌های پرسش روش پیشنهادی

سطح	ویژگی مورد بررسی				
	اجزا	عملکرد	ترتیب	تغییر فضای سیمولینک	هدف
مقدماتی	✓	---	---	---	آشنایی با ظاهر بلوک‌ها
میانی	✓	✓	---	---	آشنایی با عملکرد بلوک‌ها
پیشرفته ۱	✓	✓	✓	---	شناخت شبیه‌سازی سامانه مورد مطالعه
پیشرفته ۲	✓	✓	---	✓	طراحی شبیه‌سازی

۴. نتایج و بحث

در این بخش، اثربخشی بسته پیشنهادی به دو روش مورد بررسی قرار گرفته است. در روش اول، به کمک آزمون از دانشجویان، نتایج پیشرفت آنان بررسی شده است. در روش دوم، با توجه به نتایج نظرسنجی از دانشجویان، سازه‌های متفاوتی از جمله ماندگاری، شناخت و کارایی برای شیوه پیشنهادی آموزشی مورد بحث قرار گرفته شده است.

۴-۱. پیش‌آزمون و پس‌آزمون

یکی از روش‌های معیارمعیار برای بررسی عملکرد یک روش آموزشی، شیوه پیش‌آزمون و پس‌آزمون است (Khorasani et al., 2015). در این روش، پیش از به‌کارگیری شیوه آموزشی پیشنهادی، از دانشجویان یک امتحان به عنوان پیش‌آزمون گرفته می‌شود. سپس مفاهیم مورد نظر با روش جدید آموزش داده می‌شود. پس از گذشت زمان، دوباره از دانشجویان آزمون گرفته می‌شود. با این شیوه، می‌توان شاخص‌های آماری را برای نمرات محاسبه کرد و از طریق آن، میزان اثربخشی روش پیشنهادی را مورد بررسی قرار داد (Karami et al., 2015).

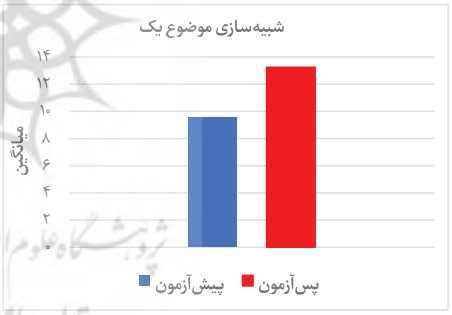
آزمون‌ها برای شبیه‌سازی دو موضوع آموزشی متفاوت انجام شده است. در پیش‌آزمون مدت‌زمان بیشتری برای پاسخ‌گویی در نظر گرفته شده است. نمونه‌ای از معیار نمره‌دهی در پیوست برای یکی از سامانه‌های مورد آزمون آورده شده است. در این بررسی، شاخص‌های آماری از قبیل میانگین، انحراف معیار و خطای معیار میانگین محاسبه شده است. این محاسبات از طریق نرم‌افزار SPSS انجام گرفته است.

مقدار شاخص‌های آماری میانگین، انحراف معیار و خطای معیار میانگین در جدول ۲ نشان داده شده است. عملکرد دانشجویان با توجه به میانگین نمرات در طی پیش‌آزمون و پس‌آزمون برای هر دو موضوع علمی در شکل ۶ و شکل ۷ نشان داده شده است. نتایج نشان‌گر افزایش میانگین نمرات

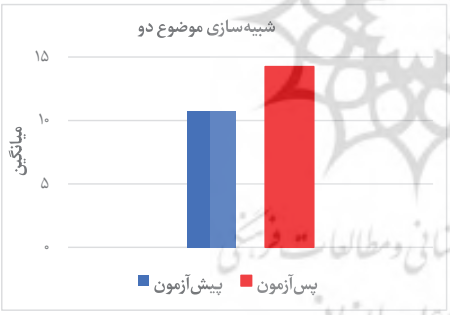
کلاس است. با توجه به جدول ۲، انحراف معیار در نمرات پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون کاهش یافته است که نشان از متراکم‌تر شدن نمرات و کاهش پراکندگی است. به کمک این روش، دانشجویانی که از همان ابتدا محتوای درس را خوب آموخته بودند، توانسته‌اند آن را به کمک روش پیشنهادی در این مقاله، مرور کنند و این روش به ماندگاری ذهنی آنان کمک کرده است تا نمره خود را حفظ کنند یا آن را بهبود بخشند. دانشجویانی که محتوا را به خوبی نیاموخته بودند و در پیش‌آزمون عملکرد مناسبی نداشتند، توانستند سطح یادگیری خود را بهبود دهند. خطای معیار میانگین، شاخص به‌کارگرفته‌شده دیگریست که از طریق نسبت اندازه جامعه آماری و انحراف معیار قابل محاسبه است. همانند انحراف معیار، کاهش این معیار در نمرات دانشجویان، بیانگر کمتر شدن میزان پراکندگی نمرات است.

جدول ۲. شاخصه‌های آماری توصیفی برای پیش‌آزمون و پس‌آزمون

سامانه	آزمون	میانگین	انحراف معیار	خطای معیار میانگین
موضوع یک	پیش‌آزمون	۹/۵۶	۵/۹۴	۲/۱۰
	پس‌آزمون	۱۳/۲۵	۵/۴۱	۱/۹۱
موضوع ۲	پیش‌آزمون	۱۰/۷۵	۴/۵۹	۱/۶۲
	پس‌آزمون	۱۴/۲۵	۳/۰۸	۱/۰۹

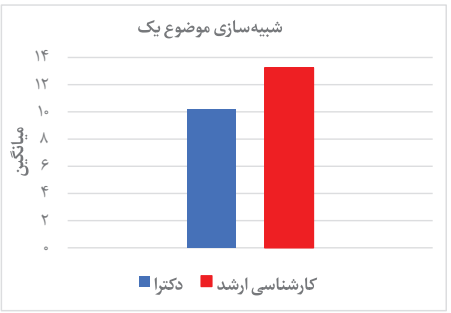


شکل ۶. میانگین نمرات دانشجویان در موضوع علمی یک

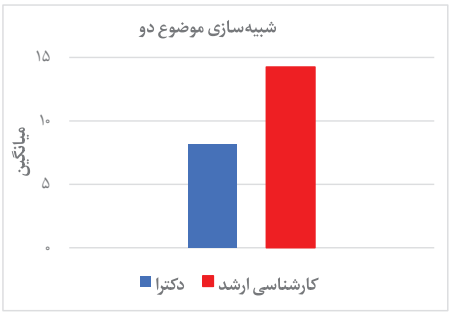


شکل ۷. میانگین نمرات دانشجویان در موضوع علمی دو

دو موضوع علمی که آموزش آن برای مقطع ارشد، مورد بررسی قرار گرفت، در محتوای درسی دانشجویان دکتری نیز قرار داشت. آنان، محتوای آموزشی را به شیوه آموزش‌های سنتی فراگرفتند. دانشجویان کارشناسی ارشد پس از شرکت در پیش‌آزمون، مطالب را به کمک روش پیشنهادی آموخته‌اند. برای بررسی اثرگذاری این روش، یک آزمون، با پرسش‌های مشابه آزمون دانشجویان کارشناسی ارشد، از دانشجویان مقطع دکتری گرفته شد. نتایج مقایسه میانگین نمرات دانشجویان دکتری با نمرات پس‌آزمون دانشجویان کارشناسی ارشد، برای هر دو مطلب آموزشی، در شکل ۸ و شکل ۹ آمده است. نتایج نشانگر عملکرد بهتر دانشجویان کارشناسی‌ارشد پس از آموزش به کمک این شیوه، نسبت به دانشجویان دکتری بوده است.



شکل ۸. مقایسه میانگین نمرات دانشجویان دکتری و کارشناسی ارشد برای موضوع یک



شکل ۹. مقایسه میانگین نمرات دانشجویان دکتری و کارشناسی ارشد برای موضوع دو

۴-۲. نظرسنجی

در بخش دوم، به نتایج نظرسنجی پرداخته می‌شود. نظرسنجی، پس از طی مرحله سوم (شکل ۳) انجام شده است. جامعه آماری متشکل از ۳۲ نفر از دانشجویان مقطع کارشناسی و تحصیلات تکمیلی است. نظرسنجی بر پایه ۹ پرسش انجام گرفته است. ساختار پرسش‌ها به صورت پنج‌گزینه‌ای طیف لیکرت است. گزینه ۱ به معنای مخالفت کامل و گزینه ۲ به معنای مخالفت اندک است. گزینه ۳ نداشتن نظر است. گزینه ۴ به معنای موافقت اندک و گزینه ۵ به معنای بیشترین میزان موافقت است.

پرسش‌ها از سه سازه ماندگاری، شناخت و روان‌شناختی تشکیل شده‌اند. سازه اول، از چهار پرسش تشکیل شده است. هدف، سنجش میزان عملکرد این روش بر ماندگاری مفاهیم در ذهن دانشجویان است. نتایج این بخش در شکل ۱۰ آمده است. سازه دوم شامل سه پرسش است. هدف از پرسش‌های این سازه، بررسی میزان اثر این روش بر شناخت فضای شبیه‌سازی است. نتایج این بخش در شکل ۱۱ آمده است. آخرین سازه، تحت عنوان روان‌شناختی تعریف شده است. در این سازه، دو پرسش طرح شده است. پرسش اول در مورد اثرگذاری این روش بر کاهش ترس دانشجویان از روبه‌رو شدن با محتوای جدید است. پرسش دوم در مورد جذابیت این روش است. نتایج این بخش در شکل ۱۲ آمده است. نتایج پاسخ‌های دانشجویان، توسط نرم‌افزار تحلیل‌آماری SPSS مورد تحلیل و بررسی قرار گرفته است. در ادامه، هر سازه و تحلیل نتایج آن ارائه شده است.

۴-۲-۱. سازه اول: ماندگاری

میزان ماندگاری بر چهار مشخصه مهم به وسیله پرسش‌های طرح‌شده در این بخش، سنجیده شده است. این پرسش‌ها عبارت هستند از:

پرسش ۱: میزان اثرگذاری این روش بر ماندگاری نام بلوک‌های به‌کارگرفته‌شده در شبیه‌سازی چقدر است؟

پرسش ۲: میزان اثرگذاری این روش بر ماندگاری شکل ظاهری بلوک‌های به‌کارگرفته‌شده در شبیه‌سازی چقدر است؟

پرسش ۳: میزان اثرگذاری این روش بر ماندگاری عملکرد بلوک‌های به‌کارگرفته‌شده در شبیه‌سازی چقدر است؟

پرسش ۴: میزان اثرگذاری این روش بر ماندگاری مجموعه در محیط نرم‌افزار چقدر است؟

نتایج نظرسنجی و پاسخ دانشجویان به این چهار پرسش، در شکل ۱۰ نشان داده شده است. اولین مورد نام هر بلوک است. «نام بلوک‌ها»، در روند یادگیری شبیه‌سازی، مهم و اساسی است. کاربر در زمان شبیه‌سازی، نیاز به جست‌وجوی نام بلوک‌ها دارد؛ به همین دلیل، لازم است این مورد توسط روش آموزشی در بر گرفته شود. نتایج نظرسنجی موجود در شکل ۱۰، نشانگر آن است که توسط ۷۱/۹ درصد از دانشجویان، در پاسخ به پرسش ۱، گزینه‌های ۴ و یا ۵ انتخاب شده است. این نتیجه نشان از اثرگذاری بالای این روش بر ماندگاری نام بلوک‌ها از دیدگاه دانشجویان است.

«ماندگاری شکل ظاهری بلوک‌ها در ذهن»، ویژگی مهم دیگری است که یک روش آموزشی اثربخش باید دارا باشد. این ویژگی کمک می‌کند تا در هنگام مشاهده یک فضای شبیه‌سازی جدید، رویه و ساختار آن به خوبی و در زمانی کم درک شود. این موضوع در دومین پرسش نظرسنجی در نظر گرفته شده است. نتایج موجود در شکل ۱۰ نشانگر آن است که توسط ۷۵ درصد از دانشجویان، گزینه‌های ۴ و یا ۵ انتخاب شده است که نشان از موافقت بالای آنان، با اثربخشی این روش بر ماندگاری شکل ظاهری بلوک‌ها دارد.

اهمیت «ماندگاری عملکرد هر بلوک» در آموزش شبیه‌سازی، بر همه آشکار است. به همین دلیل یک روش آموزشی کارآمد، باید بر این موضوع تمرکز داشته باشد. این روش، به دلیل تشبیه عملکرد بلوک‌ها به اجزای یک سامانه، مانند ربات، می‌تواند در این زمینه عملکرد موفقیت‌آمیزی داشته باشد. نتایج نظرسنجی در شکل ۱۰، بیان‌گر ابراز موافقت ۵۶/۳ درصد از دانشجویان با انتخاب گزینه‌های ۴ و یا ۵ توسط آنان است.

پرسش‌های ۱ تا ۳ نظرسنجی، بر سنجش عملکرد این روش آموزشی بر اجزا تمرکز داشته است. در این روش، مجموعه فضای شبیه‌سازی از اجزای شبیه‌سازی که همان بلوک‌ها هستند، تشکیل شده است. در پرسش ۴ از دانشجویان خواسته شده است تا نظر خود را در مورد عملکرد این روش، در راستای ماندگاری ذهنی مجموعه بلوک‌ها بیان کنند. شکل ۱۰ نشان می‌دهد که ۵۳/۲ درصد از آنان موافق اثرگذاری این روش بر ماندگاری عملکرد مجموعه شبیه‌سازی هستند.

۴-۲-۲. سازه دوم: شناخت

در سازه دوم، میزان اثربخشی روش آموزشی بر شناخت عوامل شبیه‌سازی بررسی شده است. بر این

اساس دانشجویانی که نخستین‌بار است با فضای شبیه‌سازی آشنا می‌شوند، باید بتوانند شناخت خوبی را پیدا کنند. پرسش‌های این سازه عبارت هستند از:

پرسش ۵: میزان اثرگذاری این روش بر شناخت نام بلوک‌های به‌کارگرفته‌شده در شبیه‌سازی چقدر است؟

پرسش ۶: میزان اثرگذاری این روش بر شناخت شکل ظاهری بلوک‌های به‌کارگرفته‌شده در شبیه‌سازی چقدر است؟

پرسش ۷: میزان اثرگذاری این روش بر شناخت عملکرد بلوک‌های به‌کارگرفته‌شده در شبیه‌سازی چقدر است؟

پرسش پنجم، در ارتباط با اثرگذاری این روش بر شناخت بلوک‌ها است. بنا بر نظرسنجی، موافقت ۵۳/۱ درصد از دانشجویان با این روش، با انتخاب گزینه‌های ۴ و یا ۵، ابراز شده است (شکل ۱۱). پرسش ۶، در راستای بررسی اثر این روش بر شناخت دانشجویان از شکل ظاهری بلوک‌ها است. موافقت ۵۶/۲ درصد از دانشجویان با اثرگذاری این روش اعلام شده است. به منظور سنجش میزان اثرگذاری این روش بر شناخت عملکرد بلوک‌ها، پرسش ۷ طرح شده است. نتایج این بخش در شکل ۱۱ نشان داده شده است. پاسخ دانشجویان نشان‌دهنده موافقت ۶۲/۵ درصد از دانشجویان است.

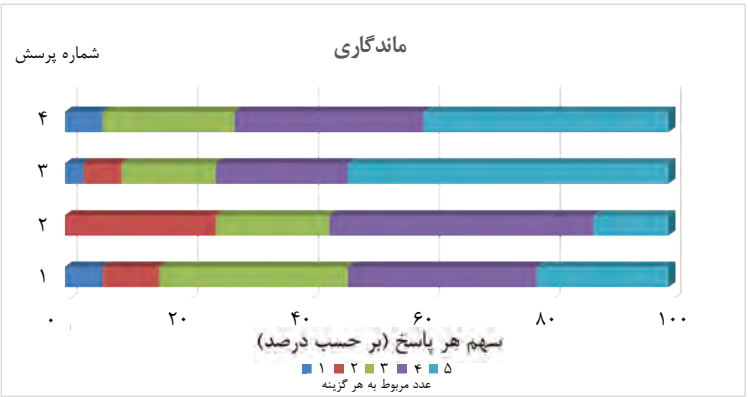
۴-۲-۳. سازه سوم: روان‌شناختی

در سازه سوم، اثرهای مثبت روان‌شناختی روش پیشنهادی بر روند آموزش مورد بررسی قرار گرفته است. دو پرسش در نظرسنجی ۸ و ۹ طرح شده است. این پرسش‌ها به شرح زیر هستند:

پرسش ۸: آیا این روش، برای دانشجویانی که برای نخستین‌بار با محتوای جدید آشنا می‌شوند، می‌تواند کاهش‌دهنده ترس باشد؟

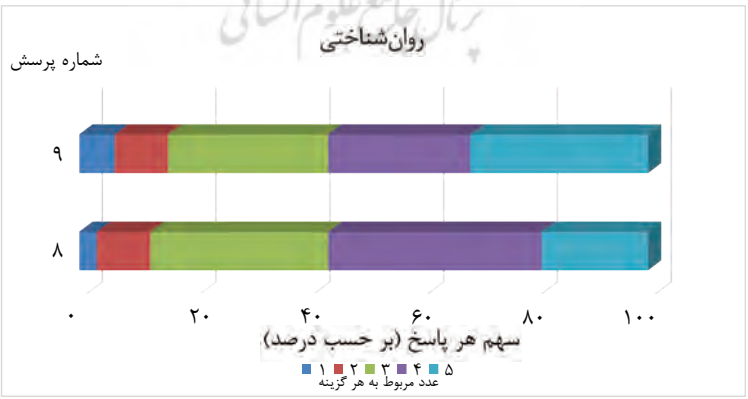
پرسش ۹: آیا این روش، برای دانشجویانی که برای نخستین‌بار با محتوای جدید آشنا می‌شوند، می‌تواند ایجادکننده جذابیت باشد؟

گاهی دانشجویان، در هنگام مواجه شدن با یک مفهوم علمی جدید، دچار ترس و نگرانی از دشواری موضوع می‌شوند. در پرسش ۸ کاهش ترس دانشجویان به کمک این روش بررسی شده است. همچنین، جذابیت مؤلفه مهمی است که روند یادگیری را برای دانشجویان بهبود خواهد داد. به همین دلیل، در پرسش ۹ این عامل سؤال شده است. نتایج این سازه در شکل ۱۲ نشان داده شده است. با توجه به شکل بیشتر دانشجویان، با عملکرد روش آموزشی در این دو زمینه، موافق بوده‌اند. این نتایج نشان داد که گزینه‌های ۴ و یا ۵، توسط ۵۶/۳ درصد از دانشجویان، در هر دو مورد، انتخاب شده که نشان از موافقت آنان با کاهش ترس و جذابیت این روش است.



شکل ۱۰. نتایج نظرسنجی به چهار پرسش سازه ماندگاری

شکل ۱۱. نتایج نظرسنجی به سه پرسش سازه شناخت



شکل ۱۲. نتایج نظرسنجی به دو پرسش سازه روان‌شناختی

۵. نتیجه‌گیری

در این مقاله، برای تقویت مهارت کار با نرم‌افزار مهندسی متلب/سیمولینک، ایده‌ای خلاقانه معرفی شد. این ایده، در چند نیم‌سال تحصیلی در دانشگاه شهید بهشتی اجرا شده است. در انجام طرح پیشنهادی، دانشجویان هر سه مقطع کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری در مراحل متفاوت، شرکت داشته‌اند.

ابتدا سامانه مورد مطالعه، توسط مدرس معرفی می‌شود و سیمولینک آن در اختیار دانشجویان قرار گرفته و بررسی می‌شود. به هم پیوستن تمام بلوک‌های سیمولینکی به‌کارگرفته‌شده برای سامانه مورد نظر، در قالب یک شکل جذاب، به عنوان راهکاری برای ماندگار کردن پیاده‌سازی سامانه در این محیط پیشنهاد شد.

در مرحله اول، به هم پیوستن اجزای سیمولینک در قالب یک پرسش کلاسی طرح شد. یکی از پاسخ‌ها برای سیمولینک مبدل بوست که از نظر بیشتر دانشجویان جالب بود، یک ربات بود. بلوک‌های موجود در سیمولینک، توسط این پاسخ از نظر ظاهری و نیز عملکردی، در کنار هم به شکل یک ربات جمع شده بود. در مرحله دوم، این ایده برای تکمیل و گسترش برای دانشجویان دکتری طرح شد. در قالب پرسش آزمون، برای دیگر موضوع‌های علمی، توسط آنان، شکل‌هایی جذاب پیشنهاد شد. در مرحله پایانی، پاسخ‌های نهایی‌شده برای آموزش و یا ارزیابی دانشجویان مقطع کارشناسی به کار گرفته شد.

این روش، به جهت داشتن محتوای جذاب و همچنین بر پایه تصویربودن، توانست در ذهن کاربران، محبوبیت و انگیزه ایجاد کند. دانشجویان پس از برخورد با این روش، کمتر دچار ترس از روبروشدن با موضوعات جدید می‌شوند. این روش آموزشی می‌تواند در شناخت اولیه راه‌گشا باشد. از سوی دیگر، آموخته‌های قبلی کاربرانی که مطالب را در گذشته به کمک روش‌های سنتی آموخته‌اند و با گذر زمان، از محتوا فاصله گرفته‌اند، می‌تواند به شکلی جذاب مرور شود.

اگر چه شکل‌گیری این روش پیشنهادی، برای دانشجویانی که هنوز با نرم‌افزار سیمولینک خیلی آشنایی نداشتند، انجام شد ولی در ادامه اجرا، سطوح متفاوتی از مقدماتی تا خیلی پیشرفته پیشنهاد شد.

با توجه به گسترش هوش مصنوعی و علم رباتیک در بین مهندسان و دانشجویان، ربات‌ها دارای جذابیت هستند. در نمونه اولیه، همراه شدن مفاهیم آموزشی با ساختار ربات به خوبی توانست در ذهن مخاطب قرار بگیرد. فعالیت‌ها می‌تواند، به دو شیوه توسط استاد درس طرح شود. در یک شیوه، که به شکل پیش‌مطالعه انجام می‌گیرد، دانشجویان اطلاعی از نقش اجزا ندارند و هدف استاد فقط آشنا ساختن فراگیران با یک موضوع علمی است. شیوه دیگر، برای ارزیابی به کار گرفته می‌شود. در بخش ارزیابی، انتظار این است که دانشجویان با توجه به شناخت به موضوع، توانایی توصیف داشته باشند. تجربه نشان داد که در هر دو هدف، این روش پیشنهادی دارای قابلیت بالایی است. در این

مقاله فقط یک مورد مطالعه موردی معرفی شده است و این روش به سادگی در سامانه‌های گوناگون مهندسی قابل اجراست.

اثربخشی روش به کمک شیوه پیش‌آزمون و پس‌آزمون مورد بررسی قرار گرفت. بهبود یادگیری دانشجویان به کمک این شیوه نشان داده شد. نتایج نظرسنجی حکایت از استقبال خوب دانشجویان از این طرح پیشنهادی در سازه‌های متفاوتی از جمله ماندگاری، شناخت، جذابیت و کاهش ترس از موضوع‌های جدید دارد.

یکی از محدودیت‌های این طرح آن است که ممکن است نتواند مشارکت تمام دانشجویان را آن‌چنان که شایسته است، جلب کند. در نتیجه، برای کارهای آینده می‌توان ایده‌های متفاوتی را پیشنهاد کرد. دانشجویان توانمندی‌های متفاوتی دارند بنابراین در راستای بهره‌گرفتن از مشارکت همه دانشجویان با توجه به توانمندی‌های گوناگون آنها می‌توان کارهای تکمیلی متعددی را تعریف کرد. تبدیل طرح پیشنهادی به یک انیمیشن، یکی از این راهکارهاست. به‌کارگیری انیمیشن‌های موجود که متناسب با طرح پیشنهادی است و دوبله‌کردن به کمک متنی متناسب با محتوای علمی، راهکار دیگری است که می‌تواند مشارکت گروهی دیگر از دانشجویان را که در این زمینه استعداد دارند، به همراه آورد. راهکار دیگر تجسم بخشیدن به طرح است. به عنوان نمونه، یکی از ایده‌ها درست‌کردن قطعات طرح به شکل جورچین فیزیکی است. دانشجویانی که مهارت در ساختن دست‌سازه داشته باشند، به خوبی برای تکمیل این طرح می‌توانند به کار گرفته شوند. در همه این راهکارها دانشجویان متناسب با علاقه‌مندی‌ها و توانایی‌هایشان، ارتباط خوبی با محیط شبیه‌سازی و مفاهیم علمی مربوط به آن برقرار می‌کنند و در نتیجه ماندگاری مطالب علمی بیشتر خواهد شد.

References

- Altintaş, E., Şukru, I., & Soner, K. (2017). Evaluation of use of graphics interchange format (GIF) animations in mathematics education. *Educ. Res. Rev.* 12(23), 1112-1119.
- Armstrong, P. (2010). Bloom's Taxonomy. Vanderbilt University Center for Teaching. Retrieved [todaysdate] from https://cft.vanderbilt.edu/guides-sub-pages/blooms-taxonomy.
- BULBUL, M.S. (2007). Using gif (graphics interchange format) images in physics education. *AIP Conf.*, 481-482.
- Durán, M.J., Gallardo, S., Toral, S.L., Torres, R.M.& Barrero, F.J. (2007). A learning methodology using MATLAB/Simulink for undergraduate electrical engineering courses attending to learner satisfaction outcomes. *SSBM*, 55-73.
- Dyche, L., & Epstein, R.M. (2011). Curiosity and medical education, *Med Educ.* 45(7), 663-8.
- Eickholt, J., Johnson, M. R., & Seeling, P. (2021). Practical Active learning stations to transform existing learning environments into flexible, active learning classrooms. *IEEE Trans. Educ.* 64(2), 95-102
- Forouzesh, M., Siwakoti, Y.P., Gorji, S.A., Blaabjerg, F., & Lehman B. (2017). Step-up DC-DC converters: A comprehensive review of voltage-boosting techniques, topologies, and applications. *IEEE Trans. Power Electron.* 32(12), 9143-9178.
- Gavagsaz-Ghoachani, R. (2022). Design and use of similarity and contradiction cards in image creation for engineering education and student evaluation. *Iranian Journal of Engineering Education.* 24(95), 131-152 [in Persian].
- 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. *2013 7th IEEE Int. Conf. e-Learn. Ind. Electron.* 28(12), 102-107.

- Ghandriz, Y., Noorbakhsh, S. M. Z., Gavagsaz-Ghoachani, R., & Phattanasak, M. (2021). Effect of wide observation of nature in renewable energy engineering education. *RI2C 2021*, 193-198.
- Gordillo, A., López-Fernández, D., & Tovar, E. (2022). Comparing the effectiveness of video-based learning and game-based learning using teacher-authored video games for online software engineering education. *IEEE Trans. Educ.* 65(4), 524-532.
- Karami, M., Seylane, A. (2015). Enhancing the effectiveness of engineering education with a focus on the automotive industry, holistic educational design. *Iranian Journal of Engineering Education.* 17(66), 119-139 [in Persian].
- Karimi, P., & Gavagsaz-Ghoachani, R. (2023). Sustainability of relation of vehicle power using appropriate images. *Iranian Journal of Engineering Education.* 25(97), 65-95 [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. *RI2C 2021*, 205-210.
- Karimi, P., Gavagsaz-Ghoachani, R., & Phattanasak, M. (2022). Creative educational approach: System implementation using MATLAB/Simulink. *RI2C 2022*, 39-43.
- Khorasani, A., Safaei Movahed, S., Alipoor, R. (2015). Evaluating the effectiveness of organizational training for the implementation of project management in national Iranian oil company with emphasis on four areas: time management, cost management, quality management and human resource management. *Iranian Journal of Engineering Education.* 17(66), 93-118 [in Persian].
- López-Fernández, D., Gordillo, A., Pérez, J., & Tovar, E. (2023). Learning and motivational impact of game-based learning: Comparing face-to-face and online formats on computer science education. *IEEE Trans. Educ.,* 66(4), 360-368.
- Mansouri, A., Gavagsaz-ghoachani, R., & Phattanasak, M. (2023). Educating execution of a DC-DC converter model in the MATLAB/Simulink software by connecting blocks. *RI2C 2023.* (in press).
- Martin-Lara, M.A., & Calero, M. (2020). Playing a board game to learn bioenergy and biofuels topics in an interactive. *J. Chem. Educ.* 97(5), 1375-1380.
- Serra, R., Martinez, C., Vertegaal, C.J.C., Sundaramoorthy, P., & Bentum, M.J. (2023). Using student-led tutorials to improve student performance in challenging courses. *IEEE Trans. Educ.* 66(4), 339-349.
- Seyed-Nazarloo, S.T., Tahmasebzadeh-sheikhlar, D., Ghaderi, S., Mohammadi-Poya, S. (2023). 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].
- Zhao, D., Muntean, C.H., Chis, A.E., Rozinaj, G., & Muntean, G.-M. (2022). Game-based learning: Enhancing student experience, knowledge gain, and usability in higher education programming courses. *IEEE Trans. Educ.* 65(4), 502-513.

پرتال جامع علوم انسانی

پیوست

برای نمره‌دهی در پیش‌آزمون و پس‌آزمون، معیاری یکپارچه در نظر گرفته شده است. به عنوان نمونه برای سامانه یک (شبیه‌سازی مبدل بوست)، موردهای مورد نظر در جدول ۳ نشان داده شده است. این جدول، شامل سه ستون است: ستون اول سمت راست، نام بلوک‌های سیمولینک به‌کارگرفته‌شده در شبیه‌سازی، آورده شده است. ستون دوم، جایگاه درست بلوک را مورد ارزیابی قرار می‌دهد. ستون سوم، شکل رسم‌شده بلوک مورد سنجش قرار می‌گیرد. در این تقسیم‌بندی ۹ مؤلفه وجود دارد و برای هر یک، ۲ امتیاز (جایگاه و شکل بلوک) داده شده است. در انتها، اتصالات نیز به عنوان مورد نهایی در ارزشیابی در نظر گرفته شده و برای آن ۲ نمره لحاظ شده است. در مجموع بیست نمره برای ارزیابی

شبیه‌سازی اختصاص داده شده است.

نمونه پرشده برای یکی از دانشجویان در بخش ۱۸ نمره‌ای شناخت بلوک‌ها و جایگاه آنها در این جدول داده شده است. پاسخ نادرست با علامت ضربدر نشان داده شده است.

جدول الف. معیارهای نمره‌دهی در سامانه یک

نام بلوک	جایگاه بلوک	شکل بلوک
Constant		
PWM		
Mux 1		
Functions		
Integrators		
Mux 2		
To Workspace		
Scope		
Clock + To Workspace		

امیرحسین منصوری: مدرک کارشناسی خود را از دانشگاه رازی کرمانشاه در رشته مهندسی مکانیک، در سال ۱۴۰۱ دریافت کرد. اکنون، دانشجوی رشته مهندسی انرژی‌های تجدیدپذیر در دانشگاه شهید بهشتی تهران است. علایق تحقیقاتی او شامل ریزشبکه‌های DC، کنترل 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 دکتری 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 پژوهشگر با لابراتوارهای تحقیقاتی LEMTA و GREEN در فرانسه همکاری دارد. علایق پژوهشی او شامل مطالعه پایداری، کنترل سامانه‌های الکترونیک قدرت، آموزش مهندسی و سامانه‌های انرژی تجدیدپذیر است.