



ارائه درس کارگاه عمومی بصورت عملی و غیر حضوری برای دانشجویان مهندسی در دوران قرنطینه ناشی از همه گیری: تجربه دانشگاه صنعتی شریف

شهریار کابلی^۱، صیاد نصیری^۱، حمید حق شناس^۱، مهدی متقی پور^۱، علیرضا جهانتیغ پاک^۱،
غلامرضا پیرچراغی^۱، جمال ارغوانی هادی^۱

۱- مرکز آموزش مهارت‌های مهندسی، دانشگاه صنعتی شریف

چکیده

دانشگاه صنعتی شریف در دوره آموزش غیر حضوری ناشی از همه‌گیری بیماری کووید-۱۹ اقدام به تهیه بسته آموزشی برای آموزش عملی و غیر حضوری دانشجویان در درس کارگاه عمومی نمود. این بسته شامل همه ابزارها و مواد مصرفی برای اجرای این درس در منزل بود به طوری که دانشجویان بصورت عملی درگیر ساخت شوند. دانشجویان با استفاده از این بسته آموزشی و بصورت قدم به قدم موفق به ساخت یک موتور الکتریکی ساده شدند. در این مقاله در مورد جزئیات تهیه این بسته آموزشی، نحوه انتخاب موضوع موتور الکتریکی، مسائل پشتیبانی طرح و اجرای آن، آموزش نحوه کار با این بسته و ارزشیابی کار دانشجویان توضیحاتی داده خواهد شد. هدف از این مقاله ارائه این تجربه موفق است که در صورت تداوم یا تکرار شرایط الزام آموزشی غیر حضوری، توسط مراکز آموزشی دیگر کشور قابل تکرار باشد.

همه گیری، آموزش غیر حضوری، درس کارگاهی، آموزش عملی.

Practical and remote teaching of general workshop course in pandemic condition

Shahriyar Kaboli¹, Sayyad Nasiri¹, Hamid Haghshenas¹, Mehdi Mottaghipour¹, Alireza Jahantigh Pak¹, Gholamreza Pircheraghi¹, Jamal Arghavani Hadi¹,

1- Center of Engineering Education, Sharif University of Technology, Iran

Abstract.

In the pandemic condition of COVID-19, an education package was prepared and used by Sharif University of Technology. The goal of this package was providing the practical learning for engineering students. This package contains all the required materials and tools needed for this practical course. Thus, the students could experience a hand-made projects. The project leads to construction of a simple electric motor. In this paper, the details about the package preparation, selection of the project topic, logistic problems, teaching guides and scoring are described. The goal of this paper is sharing this successful experience with other universities to be used in the next pandemic conditions.

Keywords:

Pandemic, Remote teaching, Workshop course, Practical learning.

۱. مقدمه

اهمیت دروس عملی شامل آزمایشگاهها و کارگاهها در آموزش مهندسی بسیار زیاد می باشد [۱]. این درسها علاوه بر اینکه مفاهیم تئوری کتابهای درسی را در عمل به دانشجویان می نمایانند، در ایجاد یک حس واقعی از مسائل دنیای مهندسی نقش بی بدیلی دارند [۲]. اهمیت این دروس وقتی بیشتر بنظر می آید که توجه شود دانشجویان امروزی تجربه عملی خیلی کمتری نسبت به سالهای دور در دوران دانش آموزی داشته اند و کمتر به کار با دست و با ابزار پرداخته اند. لذا اجرای صحیح دروس کارگاهی و آزمایشگاهی می تواند تا حدی این کمبود بجا مانده از دوران دانش آموزی دانشجویان را نیز مرتفع سازد. با همه گیری بیماری کووید-۱۹، ارائه درسهای کارگاهی و آزمایشگاهی با مشکل جدی مواجه شدند زیرا این درسها امکان ارائه غیر حضوری ندارند و طبیعت آنها حضور دانشجویان را الزامی می کند [۳]. در این بین درسهای کارگاهی مشکل جدی تری دارند. در یک درس آزمایشگاهی با استفاده از ابزار شبیه سازی شاید بتوان هر چند بصورت ناقص اما تا حدی آن درس را بصورت غیر حضوری برگزار نمود [۴]. اما در یک درس کارگاهی هیچ جایگزینی برای تجربه حضوری و کار عملی با ابزار وجود ندارد. این موضوع مسئله بسیار جدی و نگران کننده ای است و چالش مهمی پیش روی آموزش مهندسی قرار می دهد زیرا وقوع شرایط الزام آموزش غیر حضوری در آینده به دلیل همه گیری، خیلی دور نمی باشد. توجه به همه گیریهای رخ داده در تاریخ بشر نشان می دهد که تا ابتدای قرن ۲۱م، بشر مواجه با ۱۲ همه گیری مانند همه گیری طاعون، آبله، وبا و انواع آنفولانزا بوده است. از ابتدای قرن ۲۱م تا کنون نیز ۱۲ همه گیری شامل انواع بیماریهای ناشی از ویروسهای کرونا مانند سارس، مرس و کووید-۱۹، زیکا، ابولا و انواع تب رخ داده است. این نشان می دهد که بشر باید آماده شرایط مشابهی در آینده نزدیک از نظر قرنطینه های سنگین و طولانی باشد. در این مقاله به شرح یک بسته آموزشی پرداخته می شود که توسط دانشگاه صنعتی شریف با هزینه قابل تحمل برای آموزش از راه دور دانشجویان درس کارگاه عمومی آماده شده و مورد استفاده قرار گرفته است. این بسته شامل همه ابزارها و مواد مصرفی است که برای کار عملی در طول یک نیمسال تحصیلی در درس کارگاه عمومی مورد نیاز است. درس کارگاه عمومی از این نظر انتخاب شد که اولاً درس کاملاً مهارتی است و امکان آموزش از راه دور را تقریباً ندارد و دوم اینکه ابزار و مواد مصرفی مورد نیاز آن شامل موارد گرانبه و حجیم نیستند. به این ترتیب هم امکان تهیه بسته آموزشی با هزینه قابل تحمل ممکن است و هم امکان ارسال بسته با پست برای دانشجویان مقیم در شهرهای دیگر وجود دارد. این بسته برای نیمسال دوم سال تحصیلی ۱۳۹۹-۱۴۰۰ آماده شد و به تعداد ۴۰۰ عدد در اختیار دانشجویان این درس قرار گرفت. از ویژگیهای دیگر این طرح آن بود که بخشهای مختلف اجرا شده با آن در انتهای ترم به خلق یک سوژه مشخص منجر شد که همه این بخشها را به هم پیوند می زند. این سوژه یک موتور الکتریکی بود که امکانات راه اندازی آن نیز در اختیار دانشجویان قرار گرفته بود. هدف از این مقاله ارائه نحوه اجرای این طرح و دستاوردهای آن است که در صورت علاقمندی مراکز آموزشی دیگر با حداکثر سرعت و حداقل هزینه قابل تکرار باشد.

۲. ویژگیهای بسته آموزشی درس کارگاه عمومی

درس کارگاه عمومی بعنوان یک درس سال اول برای دانشجویان مهندسی ارائه می شود. هدف از ارائه این درس آشنایی دانشجویان با فضای کار عملی و کارگاهی و تا حدی هم کسب مهارت است. در این درس کارگاههای جداگانه ای وجود دارد که شامل بخشهای کارگاه چوب و مدلسازی، کارگاه ورقکاری و جوشکاری، کارگاه ماشین افزار، کارگاه برق و کارگاه مکانیک خودرو است. در واقع با این تنوع کارگاهها، دانشجو با انواع مواد و فناوریها در مهندسی آشنا می شود، محدودیتهای فناوری را درک می کند و با لزوم وجود فناوریهای مختلف آشنا می شود. این بسته باید بتواند تا حد خوبی انتظاراتی را که

از درس کارگاه عمومی وجود دارد برآورده سازد. در این راستا موارد مختلفی مورد نظر قرار گرفتند که در جدول ۱ آورده شده اند.

جدول ۱- شروط در نظر گرفته شده برای بسته آموزشی کارگاه عمومی.

شماره شرط	شرح شرط
۱	در برگزیده همه بخشهای کارگاه شامل بخشهای چوب و مدلسازی، ورقکاری و جوشکاری، ماشین افزار، برق و مکانیک خودرو باشد.
۲	مفاهیم مهندسی در آن وجود داشته باشد و از یک کاردستی هنری فاصله بگیرد.
۳	تا حد ممکن قبلا دیده نشده باشد که حس هیجان را در دانشجویان برانگیزد.
۴	محدودیتهای بودجه در آن لحاظ شده باشد.
۵	سوژه نهایی ساخته شده / ابزارهای بکار رفته برای ساخت آن بعدا قابل استفاده باشد.
۶	برای درصد قابل توجهی از دانشجویان با توان فنی متوسط قابل اجرا باشد تا حس توانایی را در آنها القا کند.
۷	خطر جانی / جراحی نداشته باشد.
۸	بخشهای مختلف آن اگرچه در نهایت در یک سوژه واحد به هم متصل می شوند اما اجرای این بخشها به هم وابسته نباشد بطوریکه اگر دانشجویی در یک بخش موفق نبود، فقط نمره آن بخش و احتمالا تجمیع سوژه را از دست بدهد و نمره بقیه بخشها را بگیرد.
۹	تا حد ممکن از فناوری روز دنیا چیزی داشته باشد.

با توجه به این شروط و در نظر گرفتن ملاحظات و هزینه های پست، بخش جوشکاری با کار با چسب جایگزین شد. هیچ بخشی به ارتباط مستقیم با برق شهر نباید نیاز داشته باشد و حداکثر از باتری یا شارژر استفاده می شود. هیچ نیازی به استفاده از تیغ جهت برش نباید باشد تا ملاحظات ایمنی به خوبی برآورده شوند.

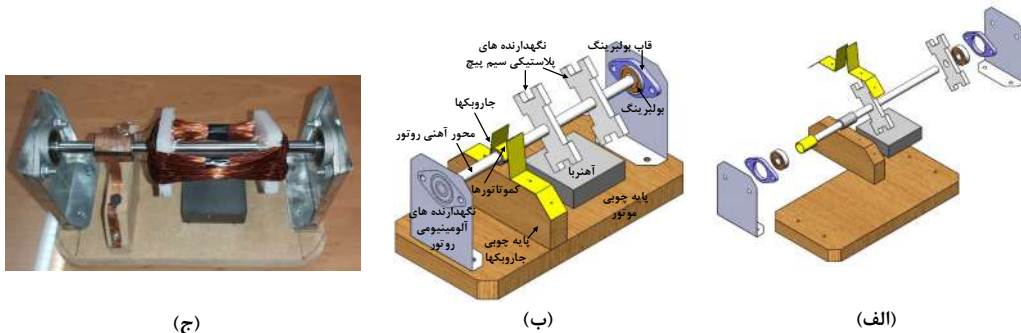
۳. انتخاب موضوع برای هدف بسته آموزشی

وجود یک موضوع برای درس کارگاه عمومی علاوه بر آنکه موجب دیدن نتیجه ملموس کار توسط دانشجویان در انتهای نیمسال می شود، می تواند در آموزش برخی مفاهیم مهندسی هم موثر باشد که در صورت اجرای بدون موضوع درس امکان ارائه و تدریس آنها وجود ندارد. چندین موضوع برای این هدف در نظر گرفته شدند که با توجه به شرطهای ۹ گانه فوق در مورد آنها بررسی انجام شد. از جمله این موارد می توان به ربات، خودرو برقی، موتور الکتریکی، انرژی خورشیدی، تصفیه آب خانگی، توربین بادی، برش دهنده کاغذ و آب گرم کن خورشیدی اشاره کرد. در نهایت سوژه موتور الکتریکی انتخاب شد که دارای بیشترین تطبیق با شروط ۹ گانه مورد نظر در جدول ۱ بود. این سوژه تا حد خوبی بار علمی قابل فهم برای دانشجویان سال اول دارد، هیجان انگیز است و چرخیدن آن ملموس است، اجرای آن سادگی ذاتی دارد طوریکه درصد خوبی از دانشجویان می توانند آنرا بسازند و کار کنند، خطر جانی ندارد، همه بخشهای کارگاه عمومی را می توان در آن گنجانند. حتی بخش مکانیک خودرو را هم می توان با ارائه مکانیزمهای مختلف خودرو تا حدی آموزش داد.

۴. مراحل آماده سازی بسته آموزشی

شکل ۱ نقشه انفجاری و مونتاژ شده سوژه را نشان می دهد. تنوع مواد مختلف در آن لحاظ شده است: چوب برای پایه ها، ورق آلومینیومی برای نگهدارنده های روتور، میله آهنی برای محور روتور، پایه پلاستیکی برای نگهدارنده سیم پیچ، ورق مسی برای جاروبک و کموتورها، و قطعات آماده ای مانند بولبرینگها. انواع مهارتها هم در آن در نظر گرفته شده است: سوهان کاری چوب و پلاستیک برای شکل دادن لبه ۴۵ درجه چوبها و پله های پایه های پلاستیکی، سوهانکاری فلز برای لبه ۴۵ درجه ورقهای آلومینیومی، استفاده از کولیس (پلاستیکی) برای اندازه گیری دقیق، چسب کاری برای مهار پایه لاستیکی زیر کموتورها و نصب آهنربا، گیره برای نگهداری قطعات مخصوصا در هنگام سوهان کاری، لحیم کاری برای اتصال سیم پیچ به کموتورها، سوراخکاری با استفاده از پیچ مته ای، کار با پیچ گوشتی و پیچهای معمولی و خودکار و در نهایت کار با شارژر برای راه اندازی موتور. دستیابی به محصول نهایی که هیچ اشکالی نداشته باشد پس از ساخت ۱۸

نمونه و اصلاحات مختلف در آنها بدست آمد. شکل ۱ (ج) نمونه نهایی را نشان می‌دهد. محتویات بسته آموزشی که بر اساس نمونه نهایی آماده شده است در شکل ۲ نشان داده شده است. جهت تبلیغ بحثهای ایمنی و بهداشت در این بسته دستکش کار و چسب زخم قرار داده شده است تا از همین ابتدای کار دانشجوی متوجه اهمیت بحث ایمنی در کار شود. قبل از اینکه بسته تکثیر شود، از دو دانشجوی دختر و پسر داوطلب خواسته شد که سوژه را با استفاده از بسته آموزشی بصورت آزمایشی بسازند. نتایج حاصل از این تمرین در اصلاحات جزئی اما مهم انتهای کار بسیار مهم بودند. در هر بسته تعدادی قطعه اضافی قرار گرفت که در صورت نیاز به تمرین دانشجو بتواند روی قطعه تمرینی و نه اصلی کار کند. این کار البته برای همه قطعات انجام نشد که به دانشجوی لزوم آگاهی از نرخ خرابی قطعات مورد استفاده را نشان دهد.



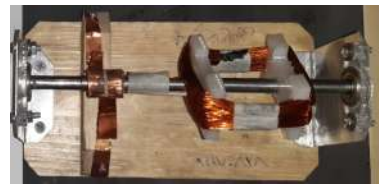
شکل ۱ - نقشه موتور، (الف): نقشه انفجاری، (ب): نقشه مونتاژ، نمونه نهایی ساخته شده.



شکل ۲ - محتویات بسته آموزشی شامل مواد مصرفی و ابزارها.

۴. نحوه ارائه درس

نقشه موتور در اختیار دانشجویان قرار گرفت و بصورت مرحله‌ای در جلسات متوالی بخشهای مختلف موتور ساخته شدند. قبل از شروع هر مرحله فیلم تهیه شده توسط استادکار کارگاه مربوطه در اختیار دانشجویان قرار می‌گرفت که با دیدن نحوه کار استاد بتوانند اجرای صحیح داشته باشند. پس از یک نیمسال تلاش مشترک دانشجویان و اساتید درس، نمونه‌های ساخته شده در انتهای نیمسال از طریق پست برگردانده شدند. شکل ۳ نمونه‌های برگردانده شده را نشان می‌دهد.



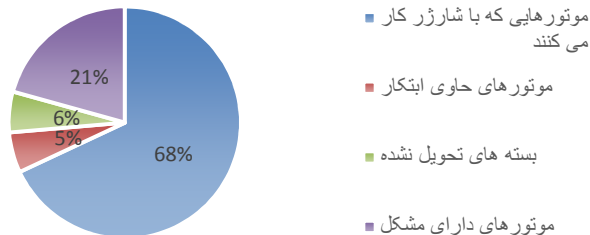
شکل ۳ - موتورهای ساخته شده توسط دانشجویان به تعداد ۴۰۰ عدد که با پست در پایان نیمسال تحصیلی دریافت شدند.

۵. نحوه ارزشیابی

ارزشیابی این درس از دو بخش تئوری و عملی به نسبت مساوی تشکیل شده است. جدول ۳ نحوه ارزشیابی دانشجویان را در این درس و در بخش عملی نشان می دهد. شکل ۵ نتیجه ارزشیابی بخش عملی بر اساس جدول ۳ است. این نشان می دهد که طرح از نظر اجرا طرح موفق بوده است و تعداد زیادی از دانشجویان موفق به ساخت سوژه شده اند.

جدول ۳- نحوه ارزشیابی دانشجویان در بخش عملی.

نمره	شرح سطح	سطح
نمره کامل به همراه ۱۰ درصد تشویقی	موتور با شارژر کار می کند	۱
نمره کامل	موتور با شارژر کار نمی کند اما اشکال کوچک تنظیم جاروبک دارد	۲
۱۰ درصد جریمه	موتور طبق نقشه ساخته شده است اما به سختی با دست می چرخد	۳
میزان جریمه بر حسب میزان انحراف از نقشه در نظر گرفته شود	موتور طبق نقشه ساخته نشده است و اشکالات اساسی دارد	۴



شکل ۵- نتیجه ارزشیابی دانشجویان در بخش عملی.

۶. نتیجه گیری

بررسی نمونه های ساخته شده نشان می دهد دانشجویان با مفاهیم مهندسی مورد نظر اساتید ارتباط برقرار کرده اند. با ابزارها کار کرده اند و تا حد خوبی به مهارت های پایه دست یافته اند. برای رفع برخی مشکلات خود دست به ابتکار زده اند و تلاش خود را برای کارکردن سوژه انجام داده اند. با این الگو می توان سوژه های متنوع دیگری را نیز مورد اجرا قرار داد و آموزش عملی دانشجویان را بصورت غیرحضورى تا حد خوبی برآورده ساخت.

۷. مراجع

[1] Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET), Accreditation Board for Engineering and Technology, Criteria for Accrediting Engineering Programs, 2010, www.abet.org.

[۲] خبیری، محمدمهدی، "بررسی دیدگاه آینده شغلی و نقش آن در آموزش دروس مهارتی-آزمایشگاهی در دانشکده های مهندسی (آزمایشگاه روسازی مهندسی عمران)", فصلنامه آموزش مهندسی ایران، دوره ۲۱، شماره ۸۴، ص ۶۹-۸۴، زمستان ۱۳۹۸.

[۳] کریم پور، علی، پوررضا، حمیدرضا، میرزاویزی، مجید، عباسی، علی، "آموخته هایی از همه گیری کووید-۱۹ در برنامه ریزی آموزشی دانشکده مهندسی دانشگاه فردوسی مشهد"، فصلنامه آموزش مهندسی ایران، دوره ۲۲، شماره ۸۷، ص ۴۹-۷۱، پاییز ۱۳۹۹.

[۴] غلامی، طاهره، "آموزش مهندسی از طریق یادگیری الکترونیکی و زیرساخت های مورد نیاز آن در نظام آموزش عالی"، فصلنامه آموزش مهندسی ایران، دوره ۱۰، شماره ۴۰، ص ۱-۲۳، زمستان ۱۳۸۷.