

ارزیابی آموزش مبانی مهندسی برق برای رشته مهندسی مکانیک و ارائه راهکار های بهبود کیفیت آن

محمد رضا شریعتمداری^۱، امیر چپیز فهم^۲، احسان آزادی یزدی^{۳*}
^۱دانشجوی کارشناسی، دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه شیراز
^۲دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه شیراز
^۳استادیار، دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه شیراز، ehsanazadi@shirazu.ac.ir

چکیده - در بسیاری از مراکز آموزش عالی دنیا چندین واحد درسی برای آموزش مبانی مهندسی برق به دانشجویان رشته مهندسی مکانیک در نظر گرفته شده است. در نظام آموزش عالی ایران نیز مطابق سرفصل مصوب وزارت علوم، تحقیقات و فناوری علاوه بر درس فیزیک ۲ که محتوی اصول پایه الکتریسته و مغناطیس است، دروس مبانی مهندسی برق ۱ و ۲ و آزمایشگاه مبانی مهندسی برق به عنوان دروس اصلی برای دانشجویان مهندسی مکانیک در نظر گرفته شده است. تعدد درس ها با موضوع مهندسی برق در سرفصل مهندسی مکانیک بیانگر اهمیت کسب دانش پایه مهندسی برق (و حتی در بعضی موارد دانش کاملا تخصصی) توسط دانشجویان مهندسی مکانیک است. این پژوهش ابتدا به ارزیابی آموزش مبانی مهندسی برق برای رشته مهندسی مکانیک می پردازد. سپس با تحلیل اطلاعات بدست آمده، راهکارهایی برای بهبود آموزش مبانی مهندسی برق و دستیابی بهتر به اهداف این سرفصل ارائه می دهد. واژه های کلیدی - مبانی مهندسی برق، سرفصل درسی، مهندسی مکانیک، برنامه آموزشی.

۱- مقدمه

۱- کاربرد وسیع تجهیزات الکتریکی در زمینه انرژی، مانند ژنراتورها، پمپ های آب الکتریکی، پمپ های هیدرولیک الکتریکی، کمپرسورهای الکتریکی
۲- گسترش تجهیزات متنوع اندازه گیری الکترونیکی در سیستم های مکانیکی مانند حسگرهای دما، فشار، سرعت، شتاب و ...
۳- استفاده از عملگرهای الکتریکی در مکانیزم های مکانیکی مانند موتورهای جریان مستقیم، موتورهای پله ای، عملگرهای خطی الکتریکی و ...
۴- ظهور زمینه های دانشی بین رشته های^۱ مکانیک و برق مانند رباتیک، مکاترونیک، اتوماسیون صنعتی، سیستم های میکرو الکترومکانیک و ...

با توجه به موارد فوق در بسیاری از مراکز آموزش عالی دنیا چندین واحد درسی برای آموزش مبانی مهندسی برق به دانشجویان رشته مهندسی مکانیک در نظر گرفته شده است. در نظام آموزش عالی ایران نیز مطابق سرفصل مصوب وزارت علوم، تحقیقات و فناوری علاوه بر درس فیزیک ۲ که محتوی اصول پایه الکتریسته و مغناطیس است، دروس مبانی مهندسی برق ۱

مهندسی مکانیک از قدیمی ترین رشته های مهندسی بوده و دارای بازار کاری نسبتا وسیعی می باشد. وسعت و تنوع بازار کاری دانش آموختگان این رشته و لزوم توانایی آن ها در برقراری ارتباط با دانش آموختگان سایر رشته های مهندسی نیازمند توانایی آن ها در فهم و تجزیه و تحلیل مسائلی خارج از حیطه دانش مهندسی مکانیک است. رشد و پرورش این توانایی با گنجانیدن دروس در برنامه آموزشی مهندسی مکانیک که محتوی دانش پایه سایر رشته های مهندسی هستند، توسط دانشگاه ها و موسسات آموزش عالی داخل و خارج از کشور مورد توجه قرار گرفته است. از طرف دیگر گسترش علوم بین رشته ای مرتبط با مهندسی مکانیک در سال های اخیر بیانگر اهمیت بیش از پیش توجه به آموزش مبانی سایر شاخه های مهندسی به دانشجویان رشته مهندسی مکانیک می باشد.

از میان علوم مختلف، کسب دانش پایه ای مهندسی برق و الکترونیک اهمیت ویژه ای برای دانشجویان مهندسی مکانیک دارد. علت این اهمیت در موارد زیر نهفته است:

¹ Interdisciplinary

۴- انتخاب عملگر الکتریکی مناسب برای تولید توان مکانیکی بنابراین عدم دستیابی به اهداف آموزشی دروس مبانی مهندسی برق ۱ و ۲ علاوه بر زبان های کوتاه مدت آموزشی مذکور در بخش پیشین، باعث کاهش توانایی دانش آموختگان در بازار کار نیز خواهد شد. دانش آموختگان مهندسی مکانیک که دارای دانش مطلوب از مهندسی برق نباشند، توانایی رقابت خود را برای برخی از موقعیت های شغلی در صنایعی مانند انرژی، مکترونیک، ابزار دقیق، تجهیزات پزشکی و آزمایشگاهی و رباتیک از دست خواهند داد. همچنین این دسته از دانش آموختگان در برقراری ارتباط موثر با مهندسين برق و الکترونیک در صنایعی مانند پتروشیمی، سیمان، شیمیایی، مواد غذایی و دفاعی کم توان هستند. توانایی محدود در برقراری ارتباط باعث افزایش هزینه ها، کاهش بازده کاری، اتلاف منابع و حتی در مواردی شکست پروژه ها خواهد شد.

ارائه شیوه‌هایی برای ارتقای کیفیت برنامه آموزشی در راستای دسترسی به اهداف آن جزو برنامه های مستمر نهاد های آموزشی است. در این مقاله ابتدا کارآیی شیوه متداول آموزش دروس مبانی برق در ایران بررسی شده و سپس بر پایه تحلیل های انجام شده از جامعه مورد بررسی و نظر سنجی ها پیشنهاداتی مبنی بر بهینه سازی و تقویت روش های آموزشی برای دروس مبانی برق (۱ و ۲) و همچنین ایجاد ارتباط بیشتر این دروس از لحاظ کاربردی با رشته ی مهندسی مکانیک پرداخته می شود.

در ادامه پس از مرور تحقیقات پیشین، روش تحقیق شامل توضیحاتی در مورد جامعه نظرسنجی و روش جمع آوری اطلاعات بطور مختصر توضیح داده می شود. سپس در قسمت یافته های تحقیق سرفصل های مصوب وزارت علوم معرفی و همچنین نتایج، نمودار ها و نحوه طراحی فرم های نظر سنجی و دسته بندی سئوالات مورد تجزیه و تحلیل قرار می گیرد. بحث و بررسی و ارائه راهکارهای اصلاحی جهت بهبود این واحد درسی نیز بیان خواهد شد و در نهایت نتیجه گیری کلی ارائه می شود.

۲- مروری بر تحقیقات پیشین

ارزیابی برنامه‌های آموزشی و بررسی میزان دستیابی به اهداف آن‌ها با در نظر گرفتن ملاک های نوین ارائه شده در آموزش مهندسی لازم است. ملاک های نوین، هدف ارزشیابی برنامه آموزشی را از "برنامه چه انجام می‌دهد؟" به "دانشجویان چه می‌توانند انجام دهند؟"، تغییر داده است. در نتیجه این تغییر دیدگاه، ارزیابی دستاوردهای دانشجویان و بازبینی مداوم برنامه

و ۲ و آزمایشگاه مبانی مهندسی برق به عنوان دروس اصلی برای دانشجویان مهندسی مکانیک در نظر گرفته شده است. همچنین با توجه به نیاز بعضی گرایش های این رشته به دانش تکمیلی مهندسی برق دروس اختصاصی مرتبط بیشتری در برنامه آموزشی آن گرایش ها گنجانده شده است. از این میان می توان دروس سیستم های اندازه گیری، مکترونیک، سیستم های کنترل صنعتی، مقدمه ای بر میکروپروسورها، مقدمه ای بر بیوانسترومنت، مدلسازی و شبیه سازی سیستم های زیستی، مقدمه ای بر سیستم های میکرو و نانو الکترومکانیک و کاربرد انرژی های نو در خودرو را نام برد. وجود این تعداد زیاد درس با موضوع مهندسی برق در سرفصل مهندسی مکانیک بیانگر اهمیت کسب دانش پایه مهندسی برق (و حتی در بعضی موارد دانش کاملاً تخصصی) توسط دانشجویان مهندسی مکانیک است.

همانگونه که اشاره شد، دروس مبانی مهندسی برق ۱ و ۲ در بین تمامی دروس با موضوع مهندسی برق در سرفصل مهندسی مکانیک از اهمیت کلیدی برخوردار است. این اهمیت به اندازه ای است که قانون گذاران آموزشی این دروس را به عنوان پیشنیاز بسیاری از دروس اختصاصی مذکور در بالا معرفی کرده اند. بنابراین عدم دستیابی به اهداف آموزشی دروس مبانی مهندسی برق ۱ و ۲ چه از نظر کمی (ارائه تمام موارد مذکور در سرفصل مصوب) و چه از نظر کیفی (میزان و عمق یادگیری مطالب ارائه شده) نه تنها باعث افت کیفیت آموزش همان دروس می شود بلکه بر توانایی دانشجویان در فهم بسیاری از مطالب دروس پایین دستی مرتبط نیز تاثیر می گذارد.

عنوان درس	درس پیش نیاز	دروس وابسته
مبانی مهندسی برق ۱	فیزیک ۲	مبانی مهندسی برق ۲
مبانی مهندسی برق ۲	مبانی مهندسی برق ۱	مکترونیک سیستم های نیوماتیکی و هیدرولیکی شبیه سازی سیستم های دینامیکی و کنترل
آزمایشگاه مبانی مهندسی برق	مبانی مهندسی برق ۱ یا ۲ همزمان	-

جدول ۱: دروس مرتبط با مبانی مهندسی برق رشته مکانیک با توجه به سرفصل مصوب وزارت علوم

از دیدگاه کاربرد صنعتی، هدف از گنجاندن دروس مبانی مهندسی برق ۱ و ۲ در سرفصل آموزشی مهندسی مکانیک توانایی دانش آموختگان در موارد زیر است:

- ۱- تحلیل سیستم ها و مدارهای ساده الکترونیکی و قدرت
- ۲- راه اندازی سیستم های و مدارهای ساده
- ۳- عیب یابی و رفع عیب مدارهای برقی

آموزشی در رأس فعالیت‌های آموزش قرار دارد. با توجه به ملاک های جدید، ارزیابی عبارت از فرایند منظم و مداوم گردآوری و تحلیل اطلاعات برای شناسایی توانایی های کسب شده توسط دانشجویان و به کارگیری نتایج برای ارتقای کیفیت برنامه آموزشی است. [1]

راهکارهای ارائه شده جهت ارتقای کیفیت برنامه آموزشی موضوع تحقیقات زیادی بوده است. این راهکارها عموماً به دو شاخه تغییر محتوای برنامه و تغییر شیوه اجرای برنامه قابل دسته بندی هستند. در زمینه بهبود شیوه اجرای برنامه های آموزشی روش هایی چون استفاده از رایانه در تدریس [2]، استفاده از روش های بر مبنای تعامل استاد و دانشجو [3] و استفاده از روش های نوین آزمایشگاهی [4] در تحقیقات پیشین ارائه شده‌اند.

"یادآوری قوانین فیزیک الکتریسته، انرژی و توان، مدارهای جریان مستقیم و اجزاء آن شامل مقاومت، خازن، خود القاء و خود القاء متقابل، بیان ریاضی و فیزیکی آنها، ترکیب موازی و سری مقاومتها، خازنها و سلفها، مدار های جریان متناوب سینوسی یک فاز، توان حقیقی، توان مجازی، توان ظاهری، ضریب توان، جریان متناوب سه فاز، توان در جریان متناوب سه فاز، دستگاه های اندازه گیری، طریق اندازه گیری جریان، ولتاژ و توان در جریان دائم و متناوب یک فاز، طرق اندازه گیری درجه حرارت، خصوصیات نیمه هادی ها به اختصار، شناسایی اجزاء مدار الکترونیکی مانند دیودها و ترانزیستورها و تریتور ها، لامپ های الکترونیکی، لامپ های گازدار، یکسو کننده های نیم موج و تمام موج، تنظیم ولتاژ توسط ترانزیستورها، تقویت کننده ترانزیستوری، فیلترها."

بر اساس همین بخشنامه درس مبانی مهندسی برق ۲ (کد درس ۲۴) در قالب ۳ واحد نظری و در مدت ۵۱ ساعت مطابق سر فصل زیر آموزش داده می شود.

"مغناطیس و الکترومغناطیس، محاسبات نیروی مغناطیسی، مدارهای مغناطیسی، اصول کار ماشینهای جریان دائم با تحریک سری و موازی و مرکب و جداگانه، ترانسفورماتور یک فاز و سه فاز، اتوترنسفورمر، ترانسفورماتور لغزنده، انواع اتصال ترانسفورماتور های سه فاز، ماشین های سنکرن بصورت موند و موتور اتصال موازیمولد های سنکرن، ماشینهای آسنکرن با روتور سیم پیچی شده و روتور قفس سنجایی، آشنایی با موتورهای یک فاز با قطب شکاف دار با خازن، موتور اونیورسال، موتور روسیون، موتور لاکتانس."

همچنین درس آزمایشگاه مبانی مهندسی برق (کد درس ۱-۲۴) در قالب ۱ واحد عملی و در مدت ۳۴ ساعت و با پیش نیاز یا هم‌نیاز درس مبانی مهندسی برق ۲ بر اساس سر فصل های زیر آموزش داده می شود.

"راه اندازی موتورهای جریان دائم، آسنکرن و سنکرن، ماشینهای جریان دائم و مشخصات کار آنها(تحریک مستقل، سری، موازی)، ترانسفورماتورهای یک فاز و سه فاز و اتصال آنها بصورت موازی، تغییر بار اکتیو و راکتیو در ژنراتورسنکرن، تغییر بار راکتیو در موتور سنکرن، اندازه گیری تلفات بی باری و اتصال کوتاه در ماشین آسنکرن و ترانسفورماتور، تعیین راندمان، آشنایی با کلیدها، فیوزها، کابلهای فشار ضعیف و قوی، سرکابل و بسط کابل، ایمنی، سیم زمینی فیوزها، کلید اتوماتیک."

درس مبانی مهندسی برق در رشته مکانیک از دروسی می باشد که کسب توانایی تکنیکی و عملی در آن اولویت بالایی دارد. یکی از راه های ارتقای کیفیت آموزش در دروس دارای اولویت عملی، ارائه آزمایشگاه در کنار آموزش تئوری است. در کلاس های آزمایشگاه مقطع کارشناسی افراد به انجام آزمایش، ثبت اطلاعات حاصله، بررسی داده ها با توجه به مفاهیم تئوری و ارائه نتایج می‌پردازند. در محیط آزمایشگاه دانشجو می تواند تحت نظر استاد تجارب مفیدی به دست آورد. اخیراً آزمایشگاه های مجازی که شامل شبیه‌سازی‌هایی بر پایه مدل های ریاضی توسط رایانه هستند، به صورت مکمل و یا جایگزین آزمایش های حضوری پیشنهاد شده اند [5]. اثرات جایگزینی آزمایشگاه های مجازی با همکاری های فیزیکی در آزمایشگاه نیز در تحقیقات زیادی مورد بررسی قرار گرفته است. [8 و 10]

از دیگر روش های نوین آموزشی که قابلیت پیاده سازی در درس مبانی مهندسی برق را دارد، آموزش مجازی است که معایب و مزایای آن در بسیاری تحقیقات مورد بررسی قرار گرفته است [6 و 7]. در [9] کارایی آزمایشگاه های دانشجویان سال آخر مهندسی مکانیک در سه حالت فیزیکی، مجازی و اینترنتی بررسی شده است. نتایج این تحقیق نشان می دهد دانشجویانی که روش های غیرحضوری (مجازی یا اینترنتی) را تجربه کرده اند، درک عمیق تری از آنالیز اطلاعات دارند. این دانشجویان توانایی تشخیص نتایج غیر منطقی و همچنین فهم اثرات ناشی از این پاسخ های نامعقول را دارند.

۳- هدف تحقیق

بر اساس بخشنامه ی وزرات فرهنگ و آموزش عالی و شورای عالی برنامه ریزی، درس مبانی مهندسی برق ۱ (کد درس

در این تحقیق هدف ارزیابی و بررسی موارد زیر در آموزش سه درس بیان شده در بالا می باشد:

۱. قابل اجرا بودن سرفصل ها در مدت زمان تعیین

شده: در صورتی که سرفصل مصوب نیازمند زمانی بیش از واحد تعیین شده باشد، یا بخشی از سرفصل توسط استاد علی الراس حذف می شود و یا بخشی از مطالب با تاکید کمتری آموزش داده می شوند. از طرف دیگر در صورتی که تعداد واحد تعیین شده برای این دروس بیش از زمان مورد نیاز آن ها باشد، می توان با گنجانیدن بخش هایی جدید در سرفصل دروس آموزش آن ها را پر بار تر نمود.

۲. میزان تسلط دانشجویان بر مطالب درسی پس از

گذراندن درس: از آن جا که برنامه درسی تدوین شده در جهت رساندن دانشجویان به مهارت های نهایی لازم جهت انجام پروژه ها و وظایف شغلی مهندسی می باشد، تسلط دانشجویان بر مطالب ارائه شده از اهمیت برخوردار است. بنابراین سنجش میزان تسلط دانشجویان بر مطالب درسی پس از گذراندن درس اهمیت زیادی دارد.

۳. میزان کسب مهارت های کاربردی مورد نیاز در

انجام پروژه ها و ورود به صنعت توسط دانشجویان: از آنجا که یکی از اهداف کلی ارائه آموزش ها نام برده ایجاد آمادگی لازم در دانشجویان جهت انجام وظایف شغلی خود در صنعت است، مهارت های نهایی کسب شده از اهمیت به سزایی برخوردار است. می توان با اعمال اصلاحاتی مثل ارائه هم زمان آموزش های عملی، کاربردی تر کردن آموزش ها و ارائه توسط اساتید تخصصی مربوط و ... کاستی های این بخش را بهبود بخشید.

۴- روش تحقیق

روش تحقیق در مقاله حاضر توصیفی پیمایشی و به روش مقطعی انتخاب شده است. در این روش از جمعیت مورد مطالعه (دانشجویان کارشناسی دانشکده مهندسی مکانیک دانشگاه شیراز) در چهار ورودی مختلف به صورت تصادفی نمونه هایی انتخاب شده و نظرات آن ها بر مبنای پاسخ گویی به تعدادی سوال، معرف و بیانگر نظرات کل جامعه آماری فرض می شود. در پژوهش های پیمایشی توجه به دو ویژگی وجود ابزار استاندارد جمع آوری داده ها (که اصلی ترین نوع آن پرسشنامه

است) و تعمیم نتایج از نمونه ای کوچک به کل جامعه آماری الزامی است. از آن جا که در این پژوهش بررسی عملکرد آموزشی مبانی مهندسی برق با مراجعه به نگرش دانشجویان مورد نظر بود، از روش پیمایشی استفاده شده است. بر همین اساس برای بررسی عملکرد آموزشی دروس مبانی مهندسی برق، پرسش نامه ای طراحی شده که نگرش، میزان رضایت، وضعیت آمادگی کاربردی و میزان یادگیری دانشجویان دانشکده مهندسی مکانیک دانشگاه شیراز پس از گذراندن واحدهای مربوط بر مبنای سرفصل های تعیین شده وزارت علوم را مورد پرسش قرار می دهد. پرسشنامه ها به دو طریق حضوری و غیر حضوری به وسیله کامپیوتر برای جمعیت تصادفی انتخاب شده از جامعه ی آماری ارسال شده است. نتایج حاصله پس از جمع آوری، صحت سنجی و طبقه بندی شده اند.

طراحی پرسش های نظر سنجی برای دستیابی به اهداف تحقیق در زیر مجموعه های کلی زیر بوده است:

۱- بررسی تسلط دانشجویان بر سرفصل های مورد تصویب وزارت علوم

۲- ارزیابی نظر دانشجویان از درک اهمیت و نیاز مباحث مهندسی برق برای مهندسی مکانیک

۳- نظر خواهی در مورد شیوه تدریس کنونی دروس مورد نظر

۴- ارزیابی تسلط دانشجویان بر مهارت های کاربردی مورد نیاز دانشجویان در انجام پروژه های عملی و ورود به صنعت

۵- یافته های تحقیق

در طراحی سوالات طرح شده در این تحقیق هدف اصلی ارزیابی میزان تاثیر و بازدهی روش آموزش فعلی و ارزیابی انتظارات و نظرات دانشجویان در ارتباط با لزوم و اهمیت مباحث مطرح شده برای یک مهندس مکانیک در مواجهه با شرایط واقعی صنعت و یا یک پروژه تحقیقاتی است. از همین رو سوالات به چند دسته کلی تفکیک می شوند که به تفصیل در زیر توضیح داده شده اند:

- گروه ۱: سوالاتی که یکی از مهم ترین عامل های موثر بر کیفیت یادگیری یعنی انگیزه درونی و درک اهمیت و جایگاه مبحث مورد مطالعه را مورد ارزیابی قرار می دهد. (سوال شماره ۱ جدول ۲)
- گروه ۲: سوالاتی که تسلط دانشجویان بر سرفصل درس مبانی مهندسی برق پس از گذراندن این واحد درسی را مورد ارزیابی قرار می دهد که در طراحی این سوالات هدف، صرفا طرح پرسش هایی مستقیم از آگاهی دانشجویان بر اساس سرفصل های منصوب وزارت علوم بوده است. (سوالات شماره ۲ تا ۲۴ جدول ۲)

احتمالی حاصل از آن را مورد بررسی قرار می دهد. (سوالات شماره ۴۹ تا ۵۳ جدول ۲)

جهت جدا سازی جواب های تصادفی تعدادی از سوالات به تکراری یا با مضمون مشابه طرح شده است. لازم به ذکر است جهت افزایش صحت نظر سنجی پاسخ سوالاتی با موضوع مرتبط به درس های آزمایشگاه مبانی مهندسی برق، میکاترونیک و کنترل اتوماتیک مربوط به داوطلبانی که این درس ها را نگذرانده بودند به علت عدم آشنایی آن ها با این واحد های درسی در نظر گرفته نشده است.

گروه ۳: سوالاتی که دانش پایه ای مهندسی برق دانشجویان را زمینه های کاربردی که اکثرا در انجام پروژه ها و فعالیت های صنعتی با آن برخورد خواهند کرد و در سر فصل های درس بصورت مستقیم پیشبینی نشده و یا به آن به خوبی پرداخته نمی شود را مورد ارزیابی قرار می دهد. (سوالات شماره ۲۵ تا ۳۲ جدول ۲)

گروه ۴: سوالاتی که نظر دانشجویان را در مورد روش ارائه فعلی درس مبانی مهندسی برق و نتایج حاصل از آن را مورد ارزیابی قرار می دهد. (سوالات شماره ۳۳ تا ۴۸ جدول ۲)

گروه ۵: سوالاتی که نظرات دانشجویان را در مورد برخی تغییرات در روند ارائه ی درس مبانی مهندسی برق و نتایج

کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد	تعداد شرکت کننده	پرسش ها
3.4	44.8	20.7	31.0	29	اهمیت یادگیری آموزش های مرتبط به مبانی برق را برای یک مهندس مکانیک تا چه اندازه می بینید؟
52.1	41.1	2.7	4.1	73	نحویه محاسبه نیروی مغناطیسی بر سیم حامل جریان را میدانید؟
28.8	30.1	27.4	13.7	73	اوصول کار ماشینهای جریان دائم را میدانید؟
13.7	19.2	52.1	15.1	73	ترانسفرماتور لغزنده چه بودند؟
11.0	21.9	47.9	19.2	73	ماشین های سنکرن چگونه کار میکنند؟
12.3	21.9	52.1	13.7	73	ماشین های سنکرن با روتورسیم پیچی شده و روتور قفس سنجایی چه بودند؟
6.8	23.3	42.5	27.4	73	ماشین ها یک فاز با قطب شکاف دار چه بودند؟
17.8	34.2	32.9	15.1	73	موتور اونیورسال چگونه کار میکردند؟
6.8	17.8	43.8	31.5	73	نحوه ی عملکرد موتور رسیون را به یاد می آورید؟
11.0	21.9	46.6	20.5	73	موتور لاکتانس چه گونه کار میکردند؟
17.8	31.5	34.2	16.4	73	اوتو ترانسفرمر چه هستند؟
23.3	28.8	31.5	16.4	73	انواع اتصال ترانسفرماتور های سه فاز را به یاد دارید؟
47.9	28.8	19.2	4.1	73	نحویه محاسبه ولتاژ و جریان در مدار ها شامل مقاومت را به یاد دارید؟
37.0	34.2	23.3	5.5	73	خود القایی و خود القایی متقابل را به یاد دارید؟
31.5	35.6	26.0	6.8	73	نحویه محاسبه جریان و ولتاژ در سلف را به یاد دارید؟
21.9	32.9	37.0	8.2	73	مدار های جریان متناوب سینوسی یک فاز را به یاد دارید؟
17.8	27.4	42.5	12.3	73	تفاوت توان حقیقی و توان مجازی و توان ظاهری را به یاد دارید؟
6.8	15.1	46.6	31.5	73	اتصالها ستاره و مثلث را به یاد دارید؟
5.5	8.2	50.7	35.6	73	نحویه محاسبه توان در جریان متناوب سه فاز

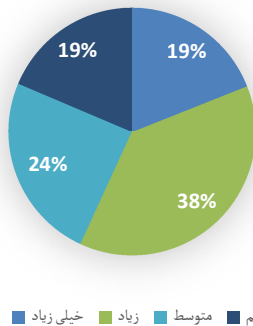
					را به یاد دارید؟	
6.8	6.8	46.6	39.7	73	تفاوت دیود و ترانزیستور و تریستور را به یاد دارید؟	۲۰
21.9	32.9	27.4	17.8	73	نحوه کارکرد یکسو کننده ها نیم موج و تمام موج را به یاد دارید؟	۲۱
5.5	9.6	49.3	35.6	73	نحوه تنظیم ولتاژ تریستور ها را به یاد دارید؟	۲۲
13.7	17.8	42.5	26.0	73	آیا نحوه ی محاسبه نمودار ولتاژ مدارها ی شامل فیلتر را به خاطر دارید؟	۲۳
11.0	21.9	46.6	20.5	73	میزان احاطه ی شما بر کلیات دروس مبانی برق ۱ و ۲ چه میزان است؟	۲۴
82.8	13.8	3.4	0.0	29	آیا با درایو کردن موتور الکتریکی آشنایی دارید ؟	۲۵
69.0	17.2	13.8	0.0	29	تا چه اندازه با میکروپروسسور ها آشنای دارید ؟	۲۶
71.4	10.7	17.9	0.0	28	چه مقدار در انجام پروژه های مکترونیکی خود توانایی استفاده و برنامه نویسی یک میکروپروسسور را دارید ؟	۲۷
72.4	6.9	17.2	3.4	29	آیا با موتور براش لس آشنایی دارید ؟	۲۸
69.0	20.7	6.9	3.4	29	آیا با موتور الکتریکی استپر و درایور کردن آن آشنایی دارید ؟	۲۹
18.5	51.9	25.9	3.7	27	آیا با انواع موتور های الکتریکی آشنایی دارید ؟	۳۰
20.7	58.6	20.7	0.0	29	تا چه اندازه در تشخیص اجزای مختلف یک مدار الکتریکی توانایی دارید ؟	۳۱
71.4	17.9	7.1	3.6	28	تا چه اندازه با برنامه های مرتبط با برنامه نویسی میکروپروسسور ها آشنایی دارید ؟	۳۲
61.5	26.9	7.7	3.8	26	چه مقدار آموزش های عملی در مورد موتور های الکتریکی در آزمایشگاه مبانی برق را کافی ارزیابی می کنید ؟	۳۳
79.3	10.3	10.3	0.0	29	تا چه اندازه درس مبانی برق درانجام پروژه های شما مفید بوده ؟	۳۴
23.1	53.8	19.2	3.8	26	تا چه اندازه مباحث عملی مطرح شده در دروس مبانی برق با آزمایشگاه فیزیک ۲ مشابهت دارد ؟	۳۵
20.0	44.0	28.0	8.0	28	به نظر شما ارائه واحد عملی و تئوری دروس مبانی برق در ترم های جداگانه چه اندازه در یادگیری درس تاثیر مثبت دارد ؟	۳۶
42.3	46.2	11.5	0.0	26	به نظر شما تا چه اندازه از مباحث تئوری مطرح شده در آزمایشگاه دروس مبانی برق به صورت عملی مورد بررسی قرار گرفته است ؟	۳۷
77.8	18.5	3.7	0.0	27	چه مقدار دروس مبانی برق را در آشنایی و آموزش کار با میکروپروسسور ها مفید ارزیابی	۳۸

					می کنید؟	
23.1	53.8	19.2	3.8	26	به نظر شما تا چه اندازه مباحث مطرح شده در درس مبانی برق ۱ با مطالب درس فیزیک ۲ هم پوشانی دارد؟	۳۹
12.3	21.9	52.1	13.7	73	میزان مفید بودن آزمایشگاه مبانی برق در تعمیق مباحث این درس چقدر است؟	۴۰
2.7	12.3	41.1	43.8	73	آیا مطالب ارائه شده در مبانی برق در دروس بعدی به کمک شما آمده؟	۴۱
58.6	27.6	13.8	0.0	29	آیا دروس مبانی برق در درس های بعدی شما تاثیر مثبتی داشته است؟	۴۲
10.3	55.2	24.1	10.3	29	تا چه اندازه یادگیری قوانین کیرشهف را برای مهندسين مکانیک لازم می دانید؟	۴۳
57.1	32.1	10.7	0.0	29	تا چه اندازه مطالب تدریس شده را مرتبط برای انجام پروژه ها ی خود می دانید؟	۴۴
32.0	44.0	16.0	8.0	25	تا چه اندازه فعالیت های عملی آزمایشگاه مبانی برق در انجام پروژه و فهم بهتر درس مفید بوده است؟	۴۵
45.5	22.7	18.2	13.6	25	تا چه اندازه پیشنیاز بودن دروس مبانی برق در درک بهتر درس کنترل اتوماتیک را مفید ارزیابی می کنید؟	۴۶
34.8	39.1	26.1	0.0	21	تا چه اندازه پیشنیاز بودن دروس مبانی برق در درک بهتر درس مکترونیک را مفید ارزیابی می کنید؟	۴۷
6.8	23.3	42.5	27.4	73	آیا کاربرد عملی دروس مبانی برق ۱ و ۲ را میدانید؟	۴۸
3.7	37.0	40.7	18.5	27	به نظر شما ادغام دروس مبانی برق ۱ و ۲ تا چه اندازه به کاربردی تر و مفید تر شدن مباحث مورد نیاز برای مهندسين مکانیک کمک می کند؟	۴۹
3.4	17.2	27.6	51.7	29	به نظر شما تا چه اندازه ارائه دروس مبانی برق به وسیله ی استاد مکانیک در کاربردی تر شدن آموزش های مربوط برای دانشجویان مهندسی مکانیک مفید است؟	۵۰
3.4	10.3	37.9	48.3	29	به نظر شما تا چه اندازه ارائه دروس مبانی برق توسط دانشکده مکانیک در بهبود کیفیت آموزشی این واحد برای دانشجویان مکانیک مفید است؟	۵۱
3.7	3.7	55.6	37.0	27	تا چه اندازه برگزاری هم زمان واحدهای عملی و تئوری دروس مبانی برق را جهت فهم بهتر درس ، مفید ارزیابی می کنید؟	۵۲
11.0	21.9	47.9	19.2	73	آیا ترجیح میدهید بخشی از نمره به پروژه عملی اختصاص یابد؟	۵۳

جدول ۲ : نمونه سوالات نظر سنجی به همراه درصد پاسخگویی به تفکیک گزینه

۶- نتایج و تحلیل داده ها

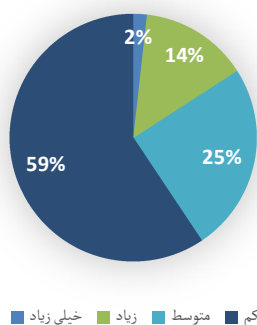
گروه شماره ۲ سوالات



شکل ۲- پاسخ جامعه آماری به گروه شماره ۲ سئوالات نظرسنجی

بررسی میانگین درصد پاسخ گویی به گروه سوم سوالات (شکل ۳) که در آن تعدادی دیگر از مهارت های علمی و عملی لازم پیش بینی نشده در سر فصل های آموزشی درس مبانی مهندسی برق برای یک مهندس مکانیک ارزیابی شده است ، نشان می دهد که اکثر دانشجویان ، ۵۹ درصد ، آگاهی خود را از این مباحث "کم" ارزیابی می کنند. همچنین تنها ۲ درصد از شرکت کنندگان دانش فعلی خود را در این زمینه "خیلی زیاد" ارزیابی کرده اند. از تحلیل اطلاعات ارائه شده به نظر می رسد که بازبینی شیوه آموزش درس مبانی مهندسی برق و سوق دادن این آموزش به سمت مهارت های عملی لازم می باشد.

گروه شماره ۳ سوالات

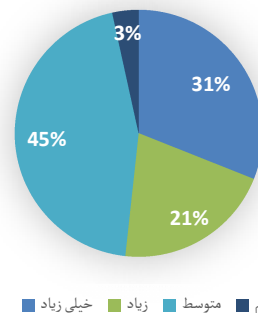


شکل ۳- پاسخ جامعه آماری به گروه شماره ۳ سئوالات نظرسنجی

بررسی میانگین درصد پاسخ گویی به گروه چهارم سوالات (شکل ۴) که عملکرد فعلی آموزش عملی و تئوری درس مبانی مهندسی برق را ارزیابی می کند ، نشان می دهد که دانشجویان شیوه ی فعلی آموزش این واحد درسی را در مجموع

با بررسی گروه اول سوالات (شکل ۱) دیده می شود که تنها ۳.۴ درصد از دانشجویان یادگیری دانش های مرتبط به مهندسی برق را برای یک مهندس مکانیک "کم" اهمیت ارزیابی کرده اند و از این جهت آموزش ها و تجربیات منتقل شده به دانشجویان در ایجاد اهمیت یادگیری این واحد درسی در بهبود تجربه ی کاری و قابلیت های عملی برای یک مهندس مکانیک مفید بوده است اما همچنان به صورت یک امر اختیاری و غیر ضروری برای یک مهندس مکانیک در ذهن دانشجویان باقی مانده تا آنجا که ۴۴.۸ درصد از شرکت کننده گان اهمیت آن را "متوسط" ارزیابی کرده که نشان از عدم کفایت در نشان دادن واقعی نیاز ها و تجربیات عملی مورد نیازهای یک مهندس مکانیک در انجام موثر پروژه ها و مشاغل مربوط به این دانشجویان دارد.

گروه شماره ۱ سوالات



شکل ۱- پاسخ جامعه آماری به گروه شماره ۱ سئوالات نظرسنجی

بررسی میانگین درصد پاسخ گویی به گروه دوم سوالات (شکل ۲) که در مورد ارزیابی میزان موثر بودن یادگیری های فعلی بر اساس سر فصل های تبیین شده فعلی می باشد نشان می دهد که در مجموع بیشتر دانشجویان ، ۶۲ درصد ، مطالب تدریس شده را "خیلی زیاد" و یا "زیاد" ، به خاطر داشته و به خوبی یاد گرفته اند.

فراگیری شده توسط دانشجویان می باشد تا آن جا که دانشجویان با وجود بیان ۶۷٪ درصدی احاطه ی "زیاد" و "خیلی زیاد" بر مباحث تدریس شده فعلی، تقریباً ۸۰٪ درصد این درس را در انجام پروژه هایشان مفید ارزیابی نکرده اند (سوال ۳۴). همچنین بررسی سوالات کاربردی، برای مثال شماره ۳۰، بیان گر نداشتن آشنایی قابل قبول با موتور های الکتریکی، که از جمله مهم ترین دانش های کاربردی غیر قابل انکار برای یک مهندس مکانیک در کار با سیستم های هدرولیکی، پمپ ها، انواع اتوماسیون های صنعتی، مکترونیک و ... به شمار می رود، می باشد. از این حیث بازنگری در هر مرحله از برنامه آموزشی و روش های تدریس ضروری می باشد.

از همین رو، راه کار های زیر جهت بهبود سطح کیفی آموزش و افزایش راندمان آموزشی به همراه کسب نتیجه نهایی مطلوب در یادگیری دانشجویان، بنا بر تحلیل بدست آمده از سوالات به همراه دیگر راه کار های پیشنهادی، بیان می شود :

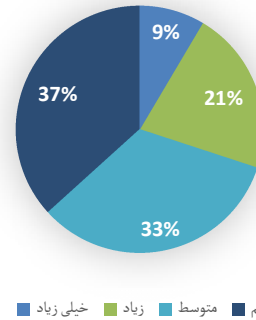
- با وجود تفاوت های موجود بین دروس آزمایشگاه فیزیک ۲ و فیزیک ۲ با مبانی مهندسی برق و آزمایشگاه آن، تاکید کمتر بر مشابهت های موجود و گنجانیدن مباحث کاربردی دیگر مانند آشنایی با میکروپروسور ها، آشنایی با مدار های ساده الکترونیکی و قدرت، آشنایی با تجهیزات اندازه گیری و سنسور ها و ...

- اصلاح سر فصل های آموزش به گونه ای که یادگیری در ساعات پیشبینی شده برای این واحد درسی با سر فصل های هم خوانی و قابلیت اجرا داشته باشد. همچنین ویرایش و تنها اکتفا به آشنایی با سر فصل هایی که حتی جنبه ی کاربردی آن ها برای مهندسیین برق نیز تا سال های پایانی تحصیل در کارشناسی به طول می انجامد و جایگزین کردن آن ها با مطالب کاربردی دیگر مثل آشنایی با درایور کردن موتور های الکتریکی، آشنایی بیشتر با انواع موتور های الکتریکی و عملگر های الکترونیکی و ...

- تلفیق مبانی مهندسی برق ۱ و ۲ و آزمایشگاه مبانی مهندسی برق به گونه ای که مباحثی مثل آشنایی با قطعات مدارهای الکترونیکی و موتور های الکترونیکی و ... به صورت متمرکز در یک ترم گنجانده نشود و به همراه مباحث جذاب، عملی و کاربردی دیگر در ادامه ی هم و در طول دو یا چند ترم ضمن برگزاری هم زمان فعالیت های عملی مباحث تدریس شده، در همان ترم، آموزش داده شود.

۷۰ درصد "نامطلوب" و "متوسط" ارزیابی کرده اند که نشان از نیاز به تغییر در روش ارائه این درس می باشد. تحلیلی و بررسی برخی از سوالات به تنهایی نیز نماینگر اطلاعات مهمی است که در ارائه راه کار های اصلاحی، مورد استفاده قرار خواهد گرفت.

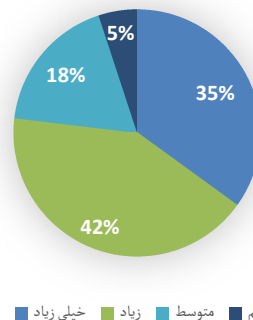
گروه شماره 4 سوالات



شکل ۴- پاسخ جامعه آماری به گروه شماره ۴ سوالات نظرسنجی

میانگین درصد پاسخ گویی به گروه پنجم سوالات (شکل ۵) که شامل پیشنهاداتی جهت بهبود روند آموزشی است در مجموع بیایگر مقبولیت ۷۷ درصدی "خیلی زیاد" و "زیاد" بوده است. همچنین در بررسی مجزای سوالات ۵۲ و ۵۳، دانشجویان در مجموع ۹۲.۵ درصد ارائه هم زمان واحد های عملی و تئوری را "خیلی زیاد" و "زیاد" مفید ارزیابی کردند. همچنین در مجموع ۶۷ درصد از دانشجویان اختصاص بخشی از نمره درس به پروژه های عملی را "خیلی زیاد" و "زیاد" مفید ارزیابی کردند.

گروه شماره 5 سوالات



شکل ۵- پاسخ جامعه آماری به گروه شماره ۵ سوالات نظرسنجی

۷- بحث و بررسی و ارائه راهکارهای اصلاحی

اطلاعات بدست آمده از بخش قبل بیان گر شکافی بزرگ بین برنامه ریزی صورت گرفته و آموزش کاربردی نهایی

4. Cockrum, R. H., Kennerknecht, R. J., Ibrahim, E. T. and G. K. and Herder G. K. "An innovative instrumentation and control laboratory for engineering technology", ASEE, Annual Conference Proceedings, 1996, Session 2647, available at <http://www.asee.org> (May 1999).
5. "Computer Based Measurement and Automation in Education", Massachusetts Institute of Technology and Stanford University, National Instruments Corporation, Part Number 350357B-01 (June 1998).
۶. شعبانی نیا، فریدون و داود توکل پور، "نقش اینترنت در آزمایشگاه های آموزشی و تحقیقاتی دانشکده های مهندسی"، فصلنامه آموزش مهندسی ایران، سال هشتم، شماره ۳۰، تابستان ۱۳۸۵.
۷. غلامی، طاهره، "آموزش مهندسی از طریق یادگیری الکترونیکی و زیر ساختارهای مورد نیاز آن در نظام آموزش عالی"، فصلنامه آموزش مهندسی ایران، سال دهم، شماره ۴۰، زمستان ۱۳۸۷.
8. Wiesner, T. and W. Lan, "Comparison of student learning in physical and simulated unit operations" experiments." *Journal of Engineering Education* 93 (2004): 195-204.
9. Lindsay, E. D. and M. C. Good, "Effects of laboratory access modes upon learning outcomes," *IEEE Transaction on Education* 48 (2005), 619-631.
10. Koretsky, Milo D., Amatore, D., Barnes, C., and S. Kimura, "Enhancement of Student Learning in Experimental Design Using a Virtual Laboratory." *IEEE Transactions on Education* 51, no. 1 (2008): 76-85.

- اختصاص بخش ویژه ای از نمره ی درس به بررسی یادگیری های عملی مورد نیاز دانشجو و تعریف پروژه های مورد نیاز و لازم جهت تحقق این امر در طول ترم.

- در حال حاضر در ارائه درس مبانی مهندسی برق برای دانشجویان مهندسی مکانیک که عمدتاً به صورت میهمان و در دانشکده ی مهندسی برق انجام می شود به دلیل اصلی نبودن درس ارائه شده از نظر دانشکده، عمدتاً اساتید اصلی شرکت ندارند که خود دلیل دیگری بر کاهش کیفیت آموزشی تنها و مهم ترین واحد درسی مهندسیین مکانیک در آشنایی با دنیای مهندسی برق می شود. همچنین تفاوت دیدگاه اساتید مهندسی برق در ارائه این واحد درسی با توجه به نیاز های عملی و کاربردی یک مهندس مکانیک با توجه به ساعت کم و محدود این واحد درسی در برنامه آموزشی مهندسی مکانیک، ارائه این واحد درسی توسط اساتید مکانیک به کاربردی تر شدن و عملی تر شدن استفاده ی آموزش های فراگیری شده در انجام پروژه ها و مشاغل آینده ی صنعت نیز می تواند تاثیر به سزایی داشته باشد.

8- نتیجه گیری

در این مقاله پس از بررسی کلی سرفصل های آموزشی دروس مبانی مهندسی برق برای دانشجویان رشته مکانیک به ارزیابی آموزش این موضوع پرداخته شد. نتایج ارزیابی که از طریق نظر سنجی هایی از دانشجویان دانشکده مهندسی مکانیک دانشگاه شیراز بعمل آمده، منجر به پیشنهادهای جهت پر کردن شکاف بین آموزش های واقعی مورد نیاز یک دانشجو مهندسی مکانیک و برنامه ریزی فعلی شد.

9- مراجع

۱. معماریان، ح. "سازگار ارزیابی درونی برنامه های آموزش مهندسی ایران"، فصلنامه آموزش مهندسی ایران، سال سیزدهم، شماره ۵۱، پاییز ۱۳۹۰.
2. Pudlowski, Zenon J. "Complex approach to developing computer-based electrical engineering education." *European Journal of Engineering Education* 17.1 (1992): 67-83.
3. Ertugrul, N. "New era in engineering experiments: an integrated interactive teaching/ learning approach and real time visualisations", *International Journal of Engineering Education*, 14, 5 (1998): 344-355.