

آموزش طراحی اجزاء ماشین با محوریت تقویت مهارت حل مسأله

کامران خیرعلی پور*دانشیار، گروه مهندسی مکانیک
بیوسیستم، دانشگاه ایلام، ایلام

چکیده: تقویت مهارت حل مسأله تخصصی ضروری است؛ زیرا حل صحیح و به موقع مسائل مربوط به شغل موجب افزایش بهره وری می شود و از خسارت های احتمالی مسائل جلوگیری می کند. تقویت این مهارت برای همه افراد با هر شغلی به خصوص افراد با تحصیلات دانشگاهی در همه رشته تحصیلی ضروری است. طراحی ماشین یکی از مهمترین تخصص های رشته های مهندسی مکانیک و مکانیک بیوسیستم است که نیاز است دانشجویان این درس را در حین تحصیل به خوبی فرا گیرند. با توجه به اهمیت بالای مهارت حل مسأله تخصصی، ضرورت اجرای مناسب فرایند طراحی برای حل مسائل مختلف و نقش مؤثر آموزش در تقویت این مهارت، هدف از تحقیق حاضر مرور مراجع مختلف در زمینه آموزش طراحی اجزاء ماشین با محوریت حل مسأله می باشد. علاوه بر تدریس کتاب درسی مناسب، حل تکالیف کتاب درسی، و آزمون های نوشتاری، تدریس درس طراحی اجزاء ماشین شامل پنج مؤلفه اصلی ۱- تولید ایده، ۲- ملاحظات ایمنی، ۳- طراحی روز، ۴- تقویت مسئولیت پذیری و ۵- انجام پروژه است. با در نظر گرفتن این موارد در دوره آموزشی درس مذکور، علاوه بر تقویت مهارت حل مسئله، پایه ای قوی و محرک قابل توجهی برای ورود دانشجویان به طراحی واقعی و ساخت محصول فراهم می گردد.

مقاله مروری

دریافت: ۱۴۰۱/۰۸/۲۹

پذیرش: ۱۴۰۱/۱۰/۰۳

واژه های راهنما: آموزش، حل مسأله، طراحی، ماشین، ایمنی، مسئولیت پذیری

**Kamran
Kheiralipour***
Associate professor,
Mechanical
Engineering of
Biosystems
Department, Ilam
University, Ilam

Training the design of machine elements by focusing on improving problem solving skill

Abstract: Improving the specialized problem solving skill is necessary for solving specialized problems at work because the correct and timely solution of work problems increases productivity and prevents its possible corresponding damages. Improving this skill is necessary for all people with any job, especially people with academic education in all fields of study. Machine design is one of the most important specializations of mechanical engineering and mechanical engineering of biosystems which students need to learn it well during their studies. Due to the high importance of specialized problem-solving skill, the necessity of proper implementation of the design process to solve various problems, and the effective role of education in improving this skill, the purpose of the present research is to review various materials in the field of teaching the design of machine elements with a focus on problem solving skill. In addition to teaching a suitable textbook, solving the home works of the textbook, and writing tests, teaching the design of machine elements requires five main components including 1. Idea generation, 2. Safety considerations, 3. Design of the day, 4. Improving designers' responsibility, and 5. Conducting a project. Considering these cases in the educational course, a strong foundation and an important stimulus is provided for students to enter real design and product manufacturing with a problem solving approach.

Keywords: Education, Problem solving, Design, Machine, Safety, Responsibility

۱- مقدمه

حاضر نگاه به مهارت حل مسئله طراحان به منظور تقویت آن می باشد.

۲- مهارت حل مسئله

فرایند حل مسئله دارای پنج مرحله است شامل: جهت گیری کلی، تعریف مسئله، ارائه راه حل، تصمیم سازی برای انتخاب راه حل مناسب، و ارزیابی راه حل انتخابی [۶]. این فرایند چند مرحله‌ای سبب حل منطقی و صحیح مسئله شده، موجب می شود افراد از یافتن راه حل های ناگهانی و سریع پرهیز کنند، و مراحل ساختار یافته و هدفمندی را در این راستا دنبال کنند. در حل هر مسئله ای عوامل مختلفی دخیل هستند که به عوامل خارجی و عوامل داخلی تقسیم بندی می شوند [۷].

عوامل خارجی شامل ویژگی های مسئله مورد نظر برای حل و بازنمایی آن است و ویژگی های فردی حل کننده مسئله و مهارت حل مسئله او جزء عوامل داخلی حل مسئله هستند. ویژگی های مسائل شامل ساختار، پیچیدگی، و زمینه است که سبب دسته بندی مسائل به انواع مختلفی شده اند. یکی از انواع مسائل، مسائل طراحی هستند. پس از شناخت ویژگی ها و نوع مسئله، باید بازنمایی مسئله انجام شود تا مسئله به خوبی توسط فرد حل کننده درک شود و بتواند راه حل هایی برای حل آن پیدا کند. ویژگی های فردی شامل دانش، مولفه های شخصی و محرک (انگیزه ای و ارادی)، و ویژگی های حالت (خستگی، اضطراب، و استرس) می باشد. دانش شامل دانش آشنایی با مسئله، دانش زمینه های مرتبط با مسئله و دانش ساختاری، و شناخت است. شناخت شامل سبک های شناختی، فرا شناخت، و باورهای معرفتی است. مولفه های شخصی شامل نگرش ها و باورها در مورد مسائل، زمینه های مسائل، و توانایی های افراد و مولفه های محرک شامل درگیر شدن ارادی، تلاش کردن، یا فشاری بر انجام کار، و تصمیم سازی بر افزایش تلاش افراد در حل مسائل موثر است [۱].

مهارت حل مسئله توانایی حل کردن مسائل به طور بهینه و رسیدن به هدف مورد نظر با توجه به شرایط موجود است [۸-۹]. برخی افراد مسائل را بهتر از بقیه حل می کنند؛ زیرا از راهبردهای حل مسئله مؤثرتری استفاده می کنند [۱۰]. این مهارت برای هر فرد طراح، شخصی که یک طرح را تولید می کند، مهم و ضروری است. بدیهی است که استعداد و توانایی شکوفاسازی آن در حل مسئله مهم است. با این حال، مهارت حل مسئله از طریق آموزش، تجربه، و تفکر ارتقا می یابد [۱].

حل مسئله تخصصی یکی از مهارت های مهم در همه رشته های تحصیلی و زمینه های شغلی می باشد. تقویت این مهارت برای همه افراد ضروری است؛ زیرا مسائل مختلفی در هر شغلی بروز نموده که باید به درستی و به موقع حل شوند [۱]. این مهارت به خصوص در طراحی دارای اهمیت بالایی می باشد؛ چرا که اولین مرحله در انجام هر فعالیتی، مرحله طراحی است و موفق شدن در آن فعالیت مستلزم ارائه یک طرح مناسب است [۲]. طراحی فرایندی است که در آن یک طرح برنامه ریزی، تدوین، یا توسعه می یابد تا یک مسئله حل شود و یا یک نیاز خاص برآورده شود [۳-۴]. این فرآیند شامل فعالیت های مختلفی مانند ایجاد و توسعه ایده، رسم نقشه، انجام محاسبات، و انتخاب است. نتیجه فرآیند طراحی، طرح است. طرح شامل یک سری مشخصات از جمله نقشه، محاسبات، و یا برنامه هایی برای ارائه داده ها، اطلاعات، و دانش عمومی، فنی و تخصصی، و مهندسی برای تولید محصول، به شکل کالا یا خدمت است که باید کاربردی، قابل استفاده، قابل تولید، قابلیت تولید مجدد، ایمن، قابل اعتماد، رقابتی، و قابل فروش باشد. در تولید محصول، مرحله پیاده سازی بعد از مرحله طراحی قرار دارد. در این مرحله طرح به دست آمده باید به درستی در عمل اجرا شود تا محصول مورد نظر (کالا یا خدمات) تولید گردد. طراحی در هر شغلی لازم و ضروری است؛ اما در برخی موارد ممکن است مرز مشخصی بین فرآیندهای طراحی و پیاده سازی وجود نداشته باشد [۱-۲].

طراحی ماشین های مکانیکی شامل ابزارها، وسایل، ادوات، تجهیزات، و سامانه ها برای کاربردهای مختلف یکی از وظایف اصلی مهندسان مکانیک و مکانیک بیوسیستم است [۵]. از آن جا که برای طراحی هر ماشینی ابتدا باید قطعات مختلف آن شناخته و طراحی شوند، اولین درس طراحی که دانشجویان این رشته ها در دوره کارشناسی در دانشگاه فرا می گیرند، درس طراحی اجزاء ماشین است تا پس از آن دانشجویان برای طراحی ماشین های ویژه آماده شوند.

با توجه به اهمیت بالای مهارت حل مسئله و همچنین نقش درس طراحی اجزاء ماشین به عنوان یک برنامه درسی مهم و کاربردی در رشته های مهندسی مکانیک و مکانیک بیوسیستم، هدف از تحقیق حاضر مرور مراجع مختلف در زمینه آموزش طراحی اجزاء ماشین می باشد. علاوه بر جمع آوری مراجع مختلف در زمینه آموزش طراحی اجزاء ماشین، نوآوری تحقیق

۳- طراحی ماشین

تر با شکل، مقطع، و جنس مناسب؛ اما با اندازه کوچکتر و جرم سبک تر در طراحی ماشین ضروری است. با توجه به این، طراحی ماشین بر دو پایه استوار است: اول پایه نظری طراحی ماشین است که با شرکت در کلاس این درس، خواندن کتاب های درسی، و حل تکالیف و نمونه مسائل پوشش داده می شود. دوم موارد خارج از کتاب های درسی است و از طریق پروژه هایی با تمرکز بر تولید ایده، طراحی مفهومی، و مسائل ایمنی تکمیل می شود. طراحی بازنمایی های روز و واگذاری مسئولیت به دانشجویان آمادگی لازم را برای تجربه مهندسی را در عمل که دانشجویان در طول دوره های تکمیلی طراحی و بعد از فارغ التحصیلی در صنعت و جامعه به آن نیاز دارند، می دهد.

۴- درس طراحی اجزاء ماشین

درس طراحی اجزاء ماشین به عنوان یک دوره مقدماتی شامل اصول نظری ساختار، طراحی عملی، و دانش لازم برای مهندسی مکانیک و مکانیک بیوسیستم برگزار می شود. هدف این دوره آشنایی دانشجویان با فرآیندهای تحلیل پیشرفته ساختار و حل مسائل مهندسی نظری و عملی در طراحی قطعات اصلی ماشین است. در این درس برخی از اجزاء ماشین در مراحل مختلف طراحی مورد مطالعه قرار می گیرند. این بحث شامل وابستگی های متقابل و تعامل فرآیندهای طراحی، طراحی متوالی^۲ و مهندسی همزمان^۱ است. در طراحی متوالی مراحل به صورت مقطعی و در طول هم قرار دارند؛ اما در مهندسی همزمان مراحل مختلف به صورت همزمان اجرا می شوند. مهندسی همزمان زمان توسعه محصول و همچنین زمان عرضه به بازار را کاهش می دهد که منجر به بهبود بهره وری و کاهش هزینه ها می شود. ملاحظات طراحی مانند عملکرد، استحکام، تغییر شکل ها، و سختی پوشش داده می شود. معادلات و محاسبات برای تعیین مقادیر تنش ها، تغییر شکل ها، و تحلیل های خستگی اجزاء مختلف ماشین به منظور جلوگیری از شکست آن ها ناشی از بارگذاری استاتیک و تغییر بارگذاری در زمان و راه های پیشگیری از چنین شکستی هایی بحث قرار می گیرند. هر چند نرم افزارهای مختلف طراحی برای پیشگیری از شکست مورد بحث قرار می گیرد؛ اما مطالب نظری مربوط به چگونگی ممانعت از چنین شکست هایی برای طراحی ایمن اجزاء ماشین تدریس می شود.

هدف از فرآیند طراحی ایجاد یک اثر، برآوردن یک نیاز، هدف، و یا محدودیت، حل یک مسئله از طریق ساخت یک کالا، و یا اجرای یک فعالیت یا فرآیند خدماتی است [۲]. طراحی یک عملیات پیچیده است و دارای جنبه ها و الزامات مختلفی است که باید به درستی عملاً مدیریت شوند. بنابراین، طراحی به دانش، مهارت ها، و ابزارهای متفاوتی نیاز دارد. فرآیند طراحی مستلزم برخی مهارت ها و توانایی های شخصی از جمله، توانایی های ذهنی، خلاقیت، هنر، مهارت حل مسئله، و ارتباطات همراه با دانش و اطلاعات عمومی از جمله دروس پایه (ریاضیات، آمار، رایانه، و گرافیک) و زبان های ملی و بین المللی است. سایر الزامات طراحی شامل دانش تخصصی، صلاحیت تخصصی، و توانایی کار با نرم افزارهای تخصصی در زمینه مورد نظر است [۲]. ابزارهای طراحی و نرم افزارهای رایانه ای نقش اصلی را در فرآیند طراحی دارند؛ زیرا علاوه بر کمک به طراحی دقیق تر طرح ها، سرعت طراحی را نیز افزایش می دهند [۱]. فرآیند طراحی شامل برخی محاسبات تخصصی است. در دانشگاه ها، طراحان محاسبات تخصصی فرآیند طراحی در رشته خود را یاد می گیرند. علاوه بر این، طراحان باید دارای مسئولیت پذیری بالایی بوده و اخلاق حرفه ای خود را به خوبی تقویت کنند [۳].

طراحی دارای چهار مرحله اصلی از آغاز (شناسایی نیاز) تا انتها (برآوردن نیاز) است. مراحل اصلی طراحی شامل طراحی پیش تولید، طراحی حین تولید، طراحی پس از تولید، و باز طراحی است [۱۱]. طراحی پیش تولید شامل مراحل فرعی مختلفی از جمله تعیین هدف، تجزیه و تحلیل، پژوهش، تعریف هدف، حل مسئله، ارزیابی، بهینه سازی، و ارائه طرح است. طراحی حین تولید شامل آزمون و توسعه بوده و طراحی پس از تولید شامل پیاده سازی و ارزیابی است. در برخی موارد، مرحله باز طراحی ضرورت می یابد که در آن کل یا بخشی از طرح مجدد طراحی می شود [۲].

ماشین هر وسیله ای است که کار انجام می دهد. محور، چرخ دنده، یاتاقان های لغزشی و غلتشی، و بست ها و اتصالات (دائمی و موقت) اجزا ضروری ماشین هستند. تسمه، زنجیر، کلاچ، ترمز، و غیره سایر اجزاء ماشین هستند. جنبه های مختلف طراحی ماشین شامل تغییر شکل های مجاز، شرایط کاری ماشین، سرعت بحرانی، و پیچش است که نیازمند تصمیم سازی درستی هستند. تصمیم سازی در مورد چگونگی طراحی یک قطعه محکم

² Concurrent engineering¹ Sequential design

۴-۱- پیش نیازها و دانش پایه

۴-۲- مطالب درسی

طراحی اجزا ماشین به دانش اساسی مهندسی نیاز دارد. از این رو دانشجویانی که وارد این دوره می‌شوند باید دوره‌های مربوطه را برای آشنایی با مفاهیم اساسی پیش نیاز طراحی طی کنند. اولین مفهوم اصلی، خواص مواد است که مقدمه انتخاب نوع ماده است. درک خواص مختلف یک ماده که در نتیجه فرآیندهای مختلف تولید می‌شود، مهم است. فلزات آهنی و غیر آهنی و مواد مصنوعی مانند پلاستیک و کامپوزیت برخی از مواد مورد استفاده برای ساخت اجزاء مختلف ماشین هستند. دومین مفهوم اصلی مرتبط با بارها و نیروهای داخلی و نحوه تحلیل اجزاء و سازه‌ها است. باید ساختارهای اصلی طراحی ماشین معرفی شده و بارها و تنش‌های موجود تحلیل شوند. بنابراین باید ابتدا بارهای وارد بر اجزا ماشین مشخص و سپس به نمودارهای پیکره آزاد، تغییرات بارها در طول زمان و جهت، تعادل بارگذاری، و نیروهای داخلی و بارگذاری چندجهته و تنش‌های سه بعدی ناشی از چنین بارگذاری‌هایی مورد بحث قرار گیرد. سازه‌های اساسی پوشش داده شده عبارتند از میله مستقیم، تیر، و محور. این ساختارهای اساسی با معرفی قاب‌های ساده دو بعدی دنبال می‌شود. هر یک از این ساختارها در هر دو حالت معین و نامعین ارائه می‌شوند. مفاهیم ستون‌ها و پایداری الاستیک نیز مهم است. محور در دو صفحه تحلیل می‌شود. نیروهای داخلی مانند گشتاورها، نیروهای برشی، و عمودی، و تغییر شکل‌های خطی و زاویه‌ای باید فرا گرفته شود. مفاهیم انرژی مانند انرژی کرنش و انرژی اعوجاج که برای محاسبه تنش‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد باید معرفی شوند. باید تغییر مقاومت قطعه با تغییر شکل، مقطع، و جنس آن نیز مورد بحث قرار گیرد. سومین مفهوم اصلی بر نیروهای داخلی، تنش‌ها، و کرنش‌های ناشی از نیروهای عمودی و جانبی در مقابل پیچش تمرکز دارد. بنابراین، پیش نیازها شامل دروسی از جمله ریاضیات، فیزیک، نقشه‌کشی، استاتیک، مقاومت مصالح، و علم مواد است. همچنین از آن‌جا که طراحی ماشین فقط مربوط به اجزاء استاتیکی نیست و نیاز است همه جنبه‌های آن در نظر گرفته شود؛ بنابراین آشنایی با درس دینامیک، ارتعاشات، مکانیک سیالات، و انتقال حرارت نیز ضروری هستند. همچنین این دوره شامل دانش مقدماتی است که با مرور اصول نظری طراحی مکانیکی بر اساس دستاوردهای ریاضیدانان، فیزیکدانان، و مهندسان برجسته قرون گذشته و نتایج تجربی محققان اخیر مانند اویلر، گودمن، گرب، سادبرگ، لانگر، هرتز، و باکینگهام به دست می‌آید [۱۲].

مطالب درسی هر رشته تحصیلی باید با دقت بالایی انتخاب شوند؛ چرا که دوره تحصیلی دارای محدودیت زمانی بوده و نمی‌توان همه مطالب را در دروس نیمسال‌های مختلف گنجاند. بنابراین برای هر درس تنها مطالب گزیده‌ای تدریس خواهد شد. مطالب درس طراحی اجزاء ماشین با تدریس، خواندن کتاب‌های درسی، تکالیف، و پروژه‌های طراحی پوشش داده می‌شود. سه کتاب برای این دوره مناسب است: دویچمن [۱۳]، نورتون [۱۴]، و شیگی [۳]. متن کتاب دویچمن ساده است و توضیحات خوبی در مورد اصول دارد؛ اما هیچ مطلبی در مورد آزمایش‌های مدرن و نمونه‌های طراحی پیچیده ندارد. کتاب نورتون موارد عالی از طراحی عملی را ارائه می‌دهد؛ اما در برخی موارد توضیحات نظری واضحی ندارد. کتاب شیگی هم اصول نظری مناسبی را ارائه می‌دهد و هم نمونه‌های عملی. بنابراین، کتاب شیگی می‌تواند به عنوان مرجع درسی دوره انتخاب شود. در تدریس درس طراحی اجزاء ماشین، نیاز است ابتدا دانشجویان با اجزاء مختلف ماشین مانند محور، خار و هزارخاری، پیچ، فنر، یاتاقان، تسمه، زنجیر، چرخدنده، کلاچ، ترمز، و غیره به خوبی آشنا شوند. از آن‌جا که این کتاب‌ها معمولاً طرح‌واره‌ای از این اجزاء را ارائه می‌دهند، بنابراین نیاز است علاوه بر مشاهده تصاویر واقعی آن‌ها، دانشجویان باید طی یک یا چند جلسه این اجزا را در کارگاه‌ها ببینند و با عملکرد آن‌ها آشنا شوند.

۵- تدریس طراحی اجزاء ماشین

تدریس درس طراحی اجزاء ماشین بر سه پایه استوار است: اول طراحی مفهومی اختراعی اجزاء و مکانیزم‌های ماشین، دوم اصول نظری تحلیل اجزاء بر اساس نظریه‌های کلاسیک و رویکردهای طراحی جدید، و سوم برقراری ارتباط بین مفاهیم طراحی و تحلیل به جدیدترین ماشین‌ها و سازه‌های موجود. مسائل متعددی که در تدریس و یادگیری در این دوره مد نظر قرار می‌گیرند باید بتوانند بین قضا و روش‌های اساسی کاربرد مهندسی مکانیک با استفاده عملی در طراحی اجزاء ماشین ارتباط برقرار شود.

تدریس باید به گونه‌ای باشد که دانشجویان برای انجام پروژه طراحی محور آماده شوند. ابتدا مفاهیم اصلی از طریق مسائل مربوط به تنش و قابلیت اطمینان، احتمال شکست، و ایمنی آموزش داده می‌شود. سپس مفاهیم کلی طراحی هندسی، ابعاد، واحدها، و لقی‌ها پوشش داده می‌شود. الزامات طراحی،

۶-۱- تولید ایده

ایده یک تصویر، اندیشه، یا تصور کلی و خام در ذهن است. با کار بر روی ایده، یک مفهوم اولیه به دست می آید. در واقع، ایده نقطه آغاز مفهوم اولیه است. مفهوم اولیه یک فکر ذهنی برای توسعه یک طرح است که بر اساس یک ایده؛ اما دقیق تر و جزئی تر از آن بوده تا منجر به دستیابی به هدف مورد نظر گردد [۲]، ۱۶-۱۵]. پس از به دست آمدن مفهوم اولیه، یک طرح جدید می تواند طراحی شود. بنابراین تولید ایده به عنوان مرحله آغازین طراحی طرح های جدید برای حل مسائل دارای اهمیت بالایی می باشد.

در بحث تولید ایده، دانشجویان می توانند ایده ای از یک ماشین یا قطعه ای از آن ها را برای حل یک نیاز ایجاد کنند. این ماشین می تواند مکانیکی یا مکاترونیکی باشد که در هر صورت کل یا بخشی از آن در زمینه درس طراحی اجزاء ماشین باشد تا دانشجویان بتوانند به صورت مسئله محور از این درس بهره ببرند. علاوه بر این، این ایده می تواند یک محرک برای افزایش انگیزه دانشجویان و ورود آن ها به دنیای واقعی طراحی و ساخت برای پاسخ به مسائل مختلف باشد.

۶-۲- ملاحظات ایمنی

ایمنی حالت محافظت از صدمات و خطرات است. خطرات در حوزه های مختلف یکسان نیستند؛ گاهی خطر به آسیب به انسان ها، حیوانات، و محصولات، گاهی به خرابی وسایل مکانیکی و برقی، و گاهی به ضرر اقتصادی اطلاق می شود. ملاحظات ایمنی در طراحی اجزاء ماشین به اطمینان در برابر شکست (جداشدن، ترک برداشتن، تغییر شکل ماندگار، پوسته پوسته شدن، سایش، و خوردگی) اشاره دارد که با عنوان ضریب اطمینان، ضریب ایمنی، و یا عامل طراحی بیان می شود [۳].

ملاحظات ایمنی یک موضوع اصلی در درس طراحی اجزاء ماشین است که باید دانشجویان به خوبی آن را فرا گیرند؛ چرا که ایمنی عامل اصلی کیفیت محصول بوده و محصولات باید به خوبی طراحی و پیاده سازی شوند تا به ضریب ایمنی بالایی برسند و از خرابی و نقص اولیه در آن ها جلوگیری شود و با ایمنی بالایی کار کنند [۲]. با بازرسی و مستند سازی اجزا نا ایمن ماشین ها، دانشجویان می توانند ایمنی یک ماشین را

مشخصات، و وابستگی های متقابل موضوعات طراحی آخرین مطالبی هستند که تدریس می شود. موضوع اجتناب از تمرکز تنش در اجزاء با طراحی مناسب آن ها باید فرا گرفته شود. سپس باید تنش های صفحه ای و تغییر شکل به نمایش سه بعدی و محاسبات مربوطه تبدیل گردد. از آن جا که اکثر اجزاء ماشین متحرک هستند، آشنایی با مسائل دینامیکی نیز مهم است. پس از معرفی تنش ها و تغییر شکل های دینامیکی، باید موضوع خستگی مطرح شود. وقتی دانشجویان این مفاهیم را یاد گرفتند، آماده تحلیل یک ماشین ساده می شوند. ورود دانشجویان به چنین مفاهیم پیچیده و نتیجه گیری های ریاضی و گرافیکی منجر به چالش های زیادی در طول دوره می شود که می تواند شروع خوبی برای یادگیری مطالب مربوط به طراحی سایر اجزاء ماشین شود.

۶- مولفه های درس طراحی اجزاء ماشین

مطالب آموزش داده شده برای درس طراحی اجزاء ماشین باید فراتر از کتاب های درسی باشد. موارد اضافه شده که فراتر از تحلیل ساختاری هستند، درک بهتری از مسائل مهندسی را در طول دوره های بعدی طراحی و بعد از فارغ التحصیلی به ارمغان می آورند. چنین دوره ای رضایت بیشتری برای دانشجویان در طول فرآیند یادگیری ایجاد کرده و مزایای شناختی بیشتری حین انجام عملی کارهای مهندسی دارد. الگوی یادگیری مهم است و می تواند چه در حل مسئله به صورت گروهی و چه در تجربیات طراحی در تقویت مهارت حل مسئله دانشجویان مفید باشد. در این راستا، بزیمک [۱۲] رویکرد طراحی مبتکرانه ای برای درس طراحی اجزاء ارائه داده اند و بیان کردند که با وجود این مولفه ها، تجربه یادگیری این دوره با وجود دشواری های زیاد آن جذاب است [۱۲].

در درس طراحی اجزاء ماشین علاوه بر دانش اولیه از تحلیل تنش و تغییر شکل و دانش طراحی هندسی، باید تولید مفهوم مبتکرانه نیز در دانشجویان ارتقا یابد. بر اساس این سه مولفه، فلسفه طراحی اجزاء ماشین ایجاد می شود و سپس توسعه می یابد [۱۲]. بنابراین، به منظور تقویت مهارت حل مسئله دانشجویان در درس طراحی اجزاء ماشین، این دوره باید علاوه بر محتوای کتاب های درسی شامل پنج مولفه اصلی باشد: تولید ایده، ملاحظات ایمنی، طراحی روز^۱ (DoD)، تقویت مسئولیت پذیری، و انجام پروژه نیز باشد.

^۱ Design of the day

بررسی و راه کارهایی را به منظور بهبود ایمنی آن ارائه و نهایتاً گزارش آن را آماده کنند [۱۲].

۶-۳- طراحی روز مهندسی مکانیک

در بحث طراحی روز، دانشجویان باید ماشین های معمولی و پیشرفته موجود را با استفاده از منابع مختلف یا تجربه کارآموزی صنعتی خود ارائه دهند. در طراحی روز، دانشجویان دانش نظری و عملی طراحی خود را به دستاوردهای صنایع مرتبط می کنند. به عنوان بخشی از آموزش طراحی اجزا ماشین، دانشجویان می توانند که یک سمینار کوتاه در حد ۱۰ دقیقه در مورد طراحی یک ماشین یا وسیله مکانیکی آماده کنند. اهداف از این ارائه این سمینار عبارتند از: الف) روشن ساختن اینکه چگونه نوآوری طراحی در عمل رخ می دهد، ب) کسب تجربه در ارائه شفاهی موضوعات طراحی ماشین، و ج) دانشجویان دانش مفیدی را در مورد طراحی ماشین ها یا وسایل خاص با اشاره به مکانیک و عملکرد آن جمع آوری کنند. این ارائه مختصر و در حد ۱۰ دقیقه می باشد. موضوع سمینار می تواند محصولات ساخته شده یا طرح های جدید باشد. جالب ترین جنبه ارائه طراحی روز چگونگی ظهور طرح است. آیا طرح حاصل تحلیل یا آزمایش های جدید بوده است؟ آیا بر اساس بهره برداری از مواد یا فناوری های جدید بوده است؟ آیا نوآوری طراحی در تکمیل یک وسیله موجود بوده یا یک وسیله کاملاً جدید طراحی شده است؟ دانشجویان باید در مورد طراحی کلی و اختصاصی ماشین های انتخاب شده و فرمول های طراحی مربوطه بحث کنند. دانشجویان تشویق می شوند تا علاقه، تجربه، و استعداد های مبتکر خود را نشان دهند. برخی سمینارها می تواند در مورد معرفی برخی از اجزا ماشین ها مانند ترمز ABS، چگونگی کارکرد آن ها، و نیروهایی درون آن ها است. دانشجویان باید در مورد دلیل و چگونگی طراحی آن ها نظر بدهد و می تواند راه هایی را برای بهبود طراحی آن ها پیشنهاد دهند [۱۷]. علاوه بر این موارد، ارائه یک موضوع در سر کلاس می تواند یک آغاز برای تقویت ارتباطات دانشجویان باشد.

به طور کلی سمینارها را می توان به دو گروه تقسیم کرد. اولین مورد توجه کلاس را به این واقعیت جلب می کنند که محصولات مهندسی مکانیک مدرن نتایج چندین طرح هستند: مکانیک، برق، و علوم رایانه [۱۷]. چنین طراحی هایی نیاز به دانش مکترونیک دارد. هنگامی که طراحی روز سامانه بزرگی مانند یک هلیکوپتر جدید مد نظر باشد، طراحی مکانیکی پیشرو است. در طراحی یک دست مصنوعی، رویکرد متفاوت است. این سامانه نتیجه طراحی مکانیکی در دانش پایه برق است. گروه دوم

سمینارها شامل ابزارهای مکانیکی مورد استفاده در زندگی روزمره مانند منگنه زن، قوطی بازکن، و ... است که نیازمند طراحی مفهومی مانند انتقال به بعد دیگر، سامانه های اتصال، و استفاده از فناوری نانو است [۱۸]. در مسائل روز، دانشجویان می توانند نه تنها طرح کلی، بلکه محاسبات اولیه طراحی را نیز ارائه دهند تا امکان سنجی پیاده سازی طرح را اثبات کنند.

نکته مهم دیگر این است که در طراحی روز مهندسی مکانیک دانشجویان باید با قطعات موجود در بازار آشنا شوند. در طراحی اجزا ماشین، آشنایی طراحان با قطعات موجود در بازار ضروری است؛ چرا که در ساخت یک ماشین تا آن جا که ممکن است باید از قطعات موجود در بازار استفاده کرد؛ زیرا خرید قطعات موجود از نظر زمانی و اقتصادی به صرفه تر از ساخت آن ها است.

۶-۴- درک مسئولیت

مسئولیت به مسئولیت پذیری تولیدکنندگان در قبال هرگونه آسیب و صدمه ای که به دلیل نقص در محصولات تولید شده توسط آن ها به مصرف کننده می رسد، اشاره دارد [۱۹]. در طراحی واقعی باید طراح دارای مسئولیت پذیری بالایی بوده و اخلاق حرفه ای خود را در دوران تحصیل و قبل از شروع به کار به خوبی تقویت کنند [۲۰، ۲]. گارانتی و وارانتهی نشان دهنده مسئولیت پذیری بالای تولیدکنندگان است. گارانتی تعهد شفاهی تولیدکنندگان به مصرف کنندگان است مبنی بر اینکه محصول (کالا و خدمات) را در صورت پایین بودن کیفیت مشخص شده برای آن، تعمیر یا تعویض نموده و یا هزینه آن را پس می دهند؛ اما وارانتهی تضمینی کتبی برای نشان دادن حقیقت در مورد کالا است و در صورتی حقیقت نداشته باشد، تعمیر یا تعویض می شود [۲۱، ۲].

در طراحی، ساخت، بازاریابی، و فروش محصولات، زمانی که آسیبی در اثر استفاده از محصول تولیدی رخ دهد، طراح با نگرانی های جدی در مورد مسئولیت های قانونی خود مواجه خواهد شد. برخی از نگرانی ها به خوبی پایه ریزی شده و برخی نیز از عدم درک اصول حقوقی ناشی می شود. بنابراین باید دانشجویان با برخی از این اصول آشنا شوند. در این راستا، باید دانشجویان با مفاهیم مسئولیت، ضمانت و انواع گارانتی آشنا شوند. بحث مسئولیت پذیری به پاسخ دهی قانونی طراح در مورد محصول معیوب که سبب وارد آمدن صدمه یا حادثه به مصرف کننده می شود، می پردازد. در این مورد، دانشجویان جنبه های اجتماعی طراحی و ساخت را یاد می گیرند. باید موارد قانونی مسئولیت تولید کنندگان و طراحان به دانشجویان ارائه شود و پیامدهای

کتاب درسی به این منظور، کتاب طراحی مهندس مکانیک شیگیلی می باشد. حل تکالیف کتاب درسی مذکور و آزمون های نوشتاری نیز ضروری می باشد؛ زیرا نشان می دهد که دانشجویان دانش بنیادی در مورد طراحی اجزاء ماشین را کسب کرده اند و می توانند آن را در دنیای چالش برانگیز موقعیت های عملی مهندسی به کار ببرند. علاوه بر این ها، دوره آموزشی طراحی اجزاء ماشین باید شامل پنج مولفه اصلی باشد: ۱- تولید ایده، ۲- ملاحظات ایمنی، ۳- طراحی روز، ۴- تقویت مسئولیت پذیری، و ۵- انجام پروژه. در بخش تولید ایده دانشجویان می توانند به صورت مسئله محور ایده ای از یک ماشین یا قطعه ای از آن را برای حل یک نیاز ایجاد کنند که می تواند محرکی برای افزایش انگیزه دانشجویان و ورود آن ها به دنیای واقعی طراحی و ساخت باشد. در بخش ملاحظات ایمنی دانشجویان می توانند اجزاء نا ایمن ماشین ها را شناسایی و تحلیل و راه کارهایی را به منظور بهبود آن ارائه دهند. در بخش طراحی روز دانشجویان با ماشین های معمولی و پیشرفته و قطعات موجود در بازار آشنا شده و با ارائه یک سمینار راجع به یکی از آن ها در سر کلاس در حد ۱۰ دقیقه، می تواند آغازی برای تقویت ارتباطات دانشجویان با بازار، صنعت، و جامعه باشد. در رابطه با مسئولیت پذیری، دانشجویان باید با اهمیت عملکرد، استفاده، و دفع نهایی محصول و قوانین مربوط به مسولیت طراحی آشنا شوند. در بخش پروژه به عنوان یک فعالیت تکمیلی مانند طراحی یک محور دورانی تحت محدودیت های معین که در کتاب مکانیک شیگیلی نیز مشابه چنین مسئله ای آمده است، به عنوان یک پروژه کامل و جامع برای این درس مفید است و می تواند برای دانشجویان در نظر گرفته شود؛ چرا که این پروژه عملاً یک طراحی مهندسی واقعی برای آن ها است [۱۲].

۷- نتیجه گیری

اجتماعی و مالی آن مورد بحث و بررسی و چندین مورد از عواقب شکست محصول و صدمات ناشی از آن مورد بحث قرار گیرد [۲۲]. دانشجویان باید مقدمه ای از مسئولیت پذیری طراح در مورد عملکرد، استفاده، و دفع نهایی محصول بنویسند. آن ها باید در مورد قابلیت اعتماد و ایمنی محصول، اصول قانونی که بر اساس آن پرونده ها تحت پیگرد قرار می گیرند، و مسئولیت های طراح بنویسند. چک لیست ایمنی محصول نیز باید مورد بحث قرار گیرد.

۶-۵- انجام پروژه

علاوه بر امتحانات نوشتاری در طول یا پایان نیمسال تحصیلی، پروژه درسی یک فعالیت تکمیلی به منظور تکمیل یادگیری دانشجویان در دوره درس طراحی اجزاء ماشین است. در واقع، انجام یک پروژه برای درس طراحی اجزاء ماشین توسط دانشجویان نشان دهنده یادگیری این درس توسط آن ها و آمادگی آن ها برای طراحی اجزاء ماشین در محل کار است. برای هر قسمت از موضوعات طراحی، می توان پروژه درسی متناسب ارائه شود و بخشی از نمره درسی به آن اختصاص یابد. با این حال، طراحی یک محور دورانی تحت محدودیت های معین که در کتاب مهندس مکانیک شیگیلی نیز مشابه چنین مسئله ای آمده است، به عنوان یک پروژه کامل و جامع برای این درس مفید است و می تواند برای دانشجویان در نظر گرفته شود؛ چرا که این پروژه عملاً یک طراحی مهندسی واقعی برای آن ها است [۱۲].

۸- مراجع

- [1] Kheiralipour, K., Introducing problem-solving components with emphasis on design thinking approach 14th National Congress of Mechanical Engineering of Biosystems and Mechanization, Kermanshah, Iran, 6-8 September, (2022a). (In Persian)

حل مسئله تخصصی مهارت مهمی برای همه افراد با هر شغلی به خصوص افراد با تحصیلات دانشگاهی در همه رشته تحصیلی است. علاوه بر این که مهارت حل مسئله تخصصی نیز همانند حل مسئله عمومی وابسته به توانایی های شخصی افراد است، آموزش می تواند در تقویت این مهارت نقش بسیار موثری داشته باشد. طراحی ماشین یا اجزاء و قطعات آن یکی از مهمترین تخصص های رشته های مهندسی مکانیک و مکانیک بیوسیستم است که دانشجویان می توانند در حین تحصیل آن را به خوبی فراگیرند. تدریس درس طراحی اجزاء ماشین به عنوان یکی از مهم ترین دروس رشته های مهندسی مکانیک و مکانیک بیوسیستم با محوریت تقویت مهارت حل مسئله نیازمند تدریس کتاب درسی با محتوای درسی مناسب و کافی است که بهترین

- [14] Norton, R.L., *Machine Design: An Integrated Approach*, 3rd Ed., New Jersey: *Prentice Hall*, (2006).
- [15] Andreasen, M.M., Hansen, C.T., Cash, P., *Conceptual Design: Interpretations, Mindset and Models*, 1st Ed., Aargau: *Springer International Publishing*, (2015).
- [16] Paulin, M.A., *The Idea Is...: A book for turning ideas into companies*, 1st Ed., South Carolina: *CreateSpace Independent Publishing Platform*, (2014).
- [17] McCall C., Bzymek, Z.M., Solving koffee karousel design problems, A case study in the senior mechanical engineering design student project, IMECE2015-52499 Draft Paper, *Proceedings of the ASME 2015 Mechanical Engineering Congress and Exposition IMECE 2015*, Houston, Texas, November 13-19 (2015).
- [18] Bzymek, Z.M., New principles in conceptual product design using BTIPS, proceedings of the fifth international workshop on advanced manufacturing technologies, London, Canada, (L. Wang and X.Y. Liu, eds.), *Sponsored by National Research Council of Canada-Integrated Manufacturing Technologies Institute*, pp. 105–110, (2005).
- [19] Koziol, H., Green, M.D., Lunney, M., Oliphant, K., Yang, L., *Production liability: fundamental questions in a comparative perspective*, Berlin: *de Gruyter*, (2018).
- [20] Alqahtani, A.Y., Kongar, E., Pochampally, K.K., Gupta, S.M., *Responsible Manufacturing*, 1st Ed., New Jersey: *CRC Press*, (2021).
- [21] Murthy, D.N.P., Blischke, W.R., *Warranty management and product manufacture*, Springer-Verlag, London, UK. Ochsner, A., Altenbach, H., *Engineering Design Applications II*, 1st Ed., Aktiengesellschaft: *Springer Nature*, (2020).
- [22] Weinstein, A.S., Twerski, A.D., Piehler, H.R., Donaker, W.A., *Product liability and reasonably safe product: A guide for management, design and marketing*, 1st Ed., Stuttgart: *Macmillan Publishin*, (1975).
- [2] Kheiralipour, K., *Sustainable Production, Definitions, Aspects, and Elements*, 1st Ed., New Yourk: *Nove Science Publishers*, (2022b).
- [3] Budynas, R.G., Nisbett, J.K., *Shigley's Mechanical Engineering Design*, 10th Ed., New York: *McGraw-Hill Education*, (2014).
- [4] Ochsner, A., Altenbach, H., *Engineering Design Applications II*. 1st Ed., Aktiengesellschaft: *Springer Nature*, (2020).
- [5] Kheiralipour, K., Rafiee, S., Agah, M., The necessity and importance of the biosystems engineering academic fields, *13th National Congress of Mechanical Engineering of Biosystems and Mechanization*, Tehran, Iran, September 15-17 (2021). (In Persian)
- [6] Johnson, D.M., Parrott, G.R., Stratton, R.P., Production and judgment of solutions to five problems, *Journal of Educational Psychology Monograph*, Vol. 59, (1968).
- [7] Smith, M.U., A view from biology, In M.U. Smith. *Toward an untied theory of problem solving*, New Jersey: *Lawrence Erlbaum Associates*, (1991).
- [8] Amirhosseini, K., *Problem Solving Skills*, (Translated), 1st Ed., Tehran: *Aref Kamel Publication* (2011). (In Persian)
- [9] Zare, H., Moradi, L., *Problem Solving*, (Translated). 2nd Ed., Tehran: *Nasle NowAndish Publication* (2020). (In Persian)
- [10] Singley, M.K., Anderson, J.R., *The transfer of cognitive skill*. Cambridge: *Harvard University Press*, (1989).
- [11] Ullman, D.G., *The Mechanical Design Process*, 4th Ed., New York: *Mc Graw Hill*, (2009).
- [12] Bzymek, Z.M., Hinkle, S.S., Jurado Quiroga, Z.E., Problem solving in design of machine elements in mechanical engineering, *Proceedings of the ASME 2015 International Mechanical Engineering Congress and Exposition*. November 13-19, Houston, Texas, US, (2015).
- [13] Deutschman, A.D. Michaels, W.J., Wilson, C.E., *Machine Design, Theory and Practice*, 1st Ed., Stuttgart: *Macmillan Publishing*, (1975).