فصلنامه آموزش مهندسی ایران، سال بیست و ششم، شماره ۱۰۲، تابستان ۱۴۰۳، صص.۱۹-۱

ارتقای کارآمدی برنامه درسی رشته مهندسی مکانیک با ترکیب نگاه جهانی، بومی و آینده محور

جعفر غضنفریان[۱]

تاریخ دریافت:۱۴۰۳/۲/۱۷، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۴/۱۰

DOI: 10.22047/ijee.2024.456100.2078

چکیده: برنامه درسی جدید رشته مهندسی مکانیک در مقاطع کارشناسی و تحصیلات تکمیلی در ده سال اخیر، دو بار مورد بازنگری قرار گرفته است اما شالوده اصلی این برنامه، همچنان بر اساس برنامه‌های درسی قدیمی است، به طوری که تنها تعداد معدودی درس حذف یا افزوده شده است و در قیاس با تحولات سریع جهانی، تغییرات ناچیزی ایجاد شده است. در این مقاله، برنامه درسی جدید رشته مهندسی مکانیک، در قیاس با روندنمای چهار دانشگاه خارجی بررسی شده است و نواقص و ایرادات آن، در قیاس با نیازهای امروز جامعه مهندسی کشور و تحولات آینده بیان خواهد شد. در انتها، پیشنهادهای کاربردی و عملیاتی با هدف ارتقای کارآمدی و مدرن‌سازی برنامه درسی رشته مهندسی مکانیک در محورهای: کلی، تغییر در اسامی، بهبود برنامه درسی فعلی و کمبودهای آن ارائه می‌شوند. همچنین مدل فعلی برای تصویب برنامه درسی رشته‌های مختلف، نقد شده و مدلی نوین و کارآمد پیشنهاد شده است. حلقه اصلی مفقوده در برنامه درسی مهندسی مکانیک، توجه به مفهوم طراحی و مبانی و اصول مهندسی است. موارد بیان‌شده، تا حد زیادی قابل تعمیم به برنامه درسی سایر رشته‌های مهندسی نیز هست.

واژگان کلیدی: برنامه درسی، مهندسی مکانیک، طراحی، توسعه پایدار، ارتباط با صنعت و جامعه

۱- دانشیار، گروه مهندسی مکانیک، دانشکده مهندسی، دانشگاه زنجان، عضو پیوسته انجمن آموزش مهندسی ایران.
j.ghazanfarian@znu.ac.ir

۱. مقدمه

ساختار برنامه درسی رشته‌های تحصیلی، مهم‌ترین ابزار سیاست‌گذاری در زمینه پیاده‌سازی اصولی کلی، همچون توجه به توسعه پایدار، مهارت‌محوری، بین‌رشته‌ای بودن و آینده‌پژوهی است. روند تحولات در علم و فناوری در جهان بسیار سریع است. از این رو لازم است برنامه درسی رشته‌های مختلف، هر ساله و بنا به شرایط بومی کشور و نیازهای جامعه و صنعتِ منطقه‌ای و تحولات جهانی، به‌روزرسانی شود. اما روال به‌روزرسانی برنامه درسی رشته مهندسی مکانیک در نظام آموزش عالی ایران بسیار کند بوده است. برای مثال، برنامه درسی برای مقطع کارشناسی ارشد، به ترتیب در سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۴۰۰، با فاصله هشت‌ساله ابلاغ شده است یا برنامه درسی مقطع کارشناسی بین سال‌های ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۹، بدون تغییر باقی ماند. با گذشت سه سال از آخرین برنامه ابلاغی، لازم است برنامه جدید در چند سال پیش رو برای کلیه مقاطع تحصیلی با نگاهی مدرن همراه با تحولی اساسی، بازنگری شود.

علاوه بر تأخیر در به‌روزرسانی برنامه درسی مهندسی مکانیک، تحول چندانی نیز از نظر محتوا و ساختار درس‌ها، در آن مشاهده نمی‌شود. در این مقاله، پس از نقد برنامه درسی فعلی و مروری بر برنامه درسی چند دانشگاه جهان، چهارچوبی مدرن و بومی همراه با نگاه به آینده و روش‌های نوین آموزش، برای رشته مهندسی مکانیک ارائه خواهد شد که تا حد زیادی قابل تعمیم برای سایر رشته‌های مهندسی نیز هست.

تدوین برنامه درسی رشته‌های دانشگاهی در دنیای امروز با یک تناقض روبه‌روست. از یک طرف، مدت‌زمان تحصیل در دوره کارشناسی یا کارشناسی ارشد محدود است. از طرف دیگر، لازم است مطالب نوین و بین‌رشته‌ای جدید به سرفصل درس‌ها افزود شود. در این صورت، یا باید تراکم درس‌ها را افزایش داد یا به ناچار برخی مطالب بنیادین و پایه‌ای را حذف کرد. قطعاً هر دو روش محکوم به شکست هستند زیرا مفاهیم بنیادین، نقش عمده‌ای در ایجاد درک مهندسی دارند و بدون بسط مبانی، آموزش مفاهیم مهندسی ممکن نیست. همچنین به علت دشواری مطالب درسی رشته‌های مهندسی، امکان فشرده‌تر کردن محتوای درسی آنها وجود ندارد.

نکته دیگر، رابطه بین محتوای درسی رشته مهندسی مکانیک و میزان اشتغال به کار مهندسین فارغ‌التحصیل در داخل و خارج از کشور است. آمار بالای خروج نخبگان و اشتغال به کار ایشان در صنایع و شرکت‌های بین‌المللی یا ادامه تحصیل فارغ‌التحصیلان در مقاطع بالاتر باکیفیت جهانی، نشان از استاندارد بودن محتوای ارائه‌شده در کلاس‌های درس در قیاس با دانشگاه‌های خارج از کشور است. از طرف دیگر، با استناد به گزارش رسمی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری (Iran's Ministry of Science, Research and Technology, 2021) در آذرماه سال ۱۴۰۱، درصد اشتغال فارغ‌التحصیلان مقاطع کارشناسی و کارشناسی ارشد رشته مهندسی مکانیک، به ترتیب ۶۲ درصد و ۹۱ درصد هستند. در نتیجه، لازم است برای افزایش درصد اشتغال و نیز حفظ کیفیت بین‌المللی محتوای

درسی رشته مهندسی مکانیک، برنامه درسی این رشته با نگاهی مدرن، بین‌المللی و روبه‌آینده (American Society of Mechanical Engineers, 2008; American Society of Mechanical Engineers, 2011). و نیز با توجه به نیازهای بومی کشور، به‌روزرسانی شود.

نکته مهم، انعطاف‌پذیری پایین قوانین و روال‌های اداری وزارت علوم، تحقیقات و فناوری (عتف) در جهت تغییر و بومی‌سازی برنامه درسی رشته‌ها است. مدل فعلی بدین شکل است که برنامه درسی، توسط کمیته‌ای در یک دانشگاه نوشته می‌شود و پس از ارسال به وزارت عتف، برای اجرا به سایر دانشگاه‌ها ابلاغ می‌گردد. چنین نگاه تمرکزگرایانه‌ای در برخی از دانشگاه‌ها، امکان ایجاد خلاقیت و انعطاف در برنامه درسی با نگاه به نیازهای بومی را از بین می‌برد. اولین شرط در امکان ایجاد خلاقیت و نوآوری در برنامه درسی، از بین بردن تمرکزگرایی و نگاه بالا به پایین و ایجاد اعتمادبه‌نفس، همراه با میدان دادن به اعضای هیئت علمی جهت ایجاد تحول است.

مدل کارآمد نوین در طراحی و اجرای برنامه درسی بدین صورت است که اختیارات کامل جهت تغییر در برنامه‌ریزی درسی، به کمیته‌های تخصصی در دانشگاه‌های معین هر استان داده شود، تا بتوانند در کمترین زمان ممکن بدون بروکراسی طولانی، ایده‌های خود را پیاده کنند. اما در ادامه با توجه به معیارهای کمی مشخص و کاملاً شفاف، بروندادهای آموزش در دانشگاه‌های مختلف، توسط یک مرجع مستقل غیردولتی ارزیابی و امتیازدهی شوند تا کارآمدی برنامه درسی دانشگاه‌های مختلف با توجه به ایده‌های اعضای هیئت علمی هر دانشگاه مشخص شود.

مشابه این ارزشیابی توسط مؤسسه غیردولتی اِبِت (ABET, 2024) بر اساس استاندارد ایزو ۹۰۰۱ جهت سنجش کیفیت کالج‌ها و دانشگاه‌های مختلف در کشور ایالات متحده و چند کشور دیگر جهان در زمینه‌های مهندسی و فناوری، محاسبات و علوم طبیعی به انجام می‌رسد. به طوری که هر چند سال یکبار ارزشیابی سیستم آموزشی شامل سرفصل درس‌ها، برگه‌های امتحانی، برنامه‌های درسی، تجهیزات آزمایشگاهی و سایر موارد به درخواست مؤسسه انجام می‌شود. دریافت تأییدیه از اِبِت، تأثیر قابل ملاحظه‌ای روی اعتبار دانشگاه و امکان جذب دانشجویان داخلی و بین‌المللی دارد.

جنبه دیگر طراحی یک برنامه درسی کارآمد، توجه به مأموریت‌های هر دانشگاه است. مهم‌ترین حلقه مفقوده در ارتقای دانشگاه‌ها به نسل چهارم، توجه به مأموریت‌گرایی است. برای هر دانشگاه با توجه به شرایط محیطی و صنعتی جامعه پیرامونی، تعدادی مأموریت تعریف می‌شود. برای مثال، آلودگی هوا و ریزگردها، مشکلات احتمالی پس از وقوع زلزله احتمالی، ترافیک شهری، کمبود آب و خشکسالی، مدیریت و بازیافت پسماندها، فقر، طلاق، کمبود انرژی، تورم، نشست زمین و افزایش نرخ بیماری‌ها، همچون سرطان، از جمله مشکلات جامعه امروز هستند که هر یک یا مجموعه‌ای از چند مورد آنها می‌توانند مأموریت یک دانشگاه باشند. طراحی درس‌های جدید، تأسیس رشته‌های نوین، نگارش کتاب‌های درسی و تغییر در محتوای برخی از درس‌های موجود در راستای اجرای مأموریت

دانشگاه‌ها، از جمله مواردی هستند که باید به آنها توجه ویژه شود.

مورد بعدی، محتوای آیین‌نامه ارتقای اعضای هیئت علمی و میزان توجه جدی آن به مقوله آموزش است. با وجود اینکه امتیازات آموزشی، در بند اول آیین‌نامه ارتقا مورد توجه بوده است ولی این میزان امتیازات، آن هم به صورت کمّی، تأثیر مهمی در ایجاد تحول در حیطه آموزش نخواهد داشت. آموزش به عنوان موضوع‌محوری در دانشگاه‌های نسل اول، فدای توجه ناموزون به ارتباط با صنعت و جامعه شده است و نتیجه مستقیم چنین سیاستی، گسترش نامتوازن آموزش عالی در کشور است. بدیهی است که پیش‌شرط ایجاد بلوغ در ارتباط با صنعت و جامعه، رشد کافی در زمینه‌های آموزش و پژوهش است.

جدول ۱ امتیازات دو دانشگاه صنعتی امیرکبیر و دانشگاه تهران را با امتیاز دو دانشگاه آکسفورد و هاروارد بر اساس رتبه‌بندی تایمز سال ۲۰۲۴ مقایسه می‌کند (Times Higher Education, 2024). اعداد گزارش‌شده در جدول، برای آموزش (با وزن ۲۹/۵ درصد)، محیط پژوهش (با وزن ۲۹ درصد) و صنعت (تنها با وزن ۴ درصد شامل ۲ درصد درآمدهای صنعتی و ۲ درصد ثبت اختراع)، نشانگر این نکته است که سیاست اصلی در آیین‌نامه ارتقا، باید روی افزایش کیفیت آموزش و پژوهش و سپس ارتباط با صنعت و جامعه باشد. سایر موارد مهم در این رتبه‌بندی، شامل معروفیت بین‌المللی (با وزن ۷/۵ درصد) و کیفیت پژوهش (با وزن ۳۰ درصد) است. الزامی کردن برخی از بندهای مرتبط با ارتباط با جامعه و صنعت در کنار پیچیدگی و زمان‌بر بودن مقوله آموزش برای به‌روزرسانی و ایجاد تحول در محتوای درسی رشته‌ها، سبب خواهند شد وضعیت نامناسب موجود بر اساس داده‌های جدول ۱ برای آموزش و پژوهش، در آینده افت بیشتری را تجربه کند.

جدول ۱. مقایسه امتیازات دو دانشگاه از ایران و دو دانشگاه خارج از ایران بر اساس داده‌های رتبه‌بندی تایمز سال ۲۰۲۴

	رتبه جهانی	امتیاز در آموزش	امتیاز در محیط پژوهش	امتیاز در صنعت
دانشگاه آکسفورد	۱	۹۶/۶	۱۰۰	۹۸/۷
دانشگاه هاروارد	۴	۹۷/۷	۹۹/۹	۸۴/۲
دانشگاه صنعتی امیرکبیر	۴۰۰-۳۵۱	۳۴/۸	۳۳/۷	۸۵/۱
دانشگاه تهران	۵۰۰-۴۰۱	۳۷/۷	۲۸/۴	۶۰/۵

معماریان (Memarian, 2013; Memarian, 2011) کاستی‌های برنامه آموزش مهندسی در ایران و بازنگری آموزش مهندسی در ایران را مورد بررسی قرار داد. در این مطالعه، تفاوت بین آموزش مهندسی در ایران با خارج از ایران مقایسه شده است و لزوم وجود یک سازمان مستقل برای ارزیابی، بیان شده است. مهم‌ترین ملاک‌ها برای ارزشیابی، وضعیت دانشجویان و آموزشگران، هدف‌ها و دستاوردها، محتوای برنامه درسی، بهبود کیفیت برنامه، امکانات و حمایت‌ها ذکر شده است (Memarian, 2011). بازنگری برنامه آموزشی مهندسی به دو شکل متمرکز (به صورت مقطعی و با توجه به مسائل کلان

آموزشی) و نامتمرکز (به صورت دائمی با معیارهای درونی) صورت می‌گیرد. در ایران نوع بازنگری از نوع متمرکز بوده است (Memarian, 2013).

غفاری و ظهور (Ghaffari & Zohor, 2014) چالش‌های آموزش و پژوهش مهندسی را از نقطه‌نظر توسعه پایدار با چشم‌انداز جهانی بررسی کردند. پیرو دعوت سازمان ملل، لازم است دانشگاه‌های مهندسی کشورهای صنعتی با نگاهی بر بنیان‌های توسعه پایدار، برنامه‌های درسی را با هدف کاهش اثرهای منفی ناشی از فعالیت‌های مهندسی بر محیط زیست بازبینی کنند. همچنین کشورهای در حال توسعه نیز تلاش خود را برای ایجاد زیرساخت‌های مورد نیاز برای بهبود و ارتقای شرایط زندگی مردم و آموزش مهندسان در زمینه‌های علمی و کسب مهارت‌های حرفه‌ای انجام دهند.

دوامی (Davami, 2016) آن چه دانشکده‌های مهندسی در تقابل با رشد بی‌امان دانش و تحولات سریع در فناوری و بازار، در دوره تحصیل دانشجویان از آن غافل بوده‌اند را مورد بحث و بررسی قرار داده است. لازمه ایفای وظایف مهندسی و برخورد مسئولانه با حرفه مهندسی، وجود آموزش‌های مادام‌العمر است. از طرف دیگر تفاوت‌های بین دو محیط دانشگاهی و کاری باید مورد توجه قرار بگیرد. همچنین آموزه‌های لازم برای مهندسان جوان در آغاز ورود به حرفه مهندسی و ادامهٔ این مسیر بیان شده‌اند.

فیاض (Fayyaz, 2023) چالش‌های آموزش عالی در رشته‌های مهندسی از جمله کاهش متقاضیان رشته‌های مهندسی و افزایش تعداد دانشکده‌های مهندسی را بیان کرده و اثر درازمدت آن یعنی کمبود نیروهای متخصص کارآمد در صنایع کشور را مطرح نموده است. همچنین راهکارهایی برای ایجاد تمایل در دانش‌آموزان برای انتخاب رشته‌های مهندسی ارائه شده است. عدم آگاهی دانش‌آموزان از محتوای رشته‌های مهندسی و نیز عواملی که منجر به انتخاب رشته‌های دیگر می‌شود، نیز بیان شده‌اند.

بحری گمیجی و همکاران (Bahri et al., 2018) چالش‌های برنامه درسی رشته مهندسی برق را به منظور بازنگری و نوسازی بررسی نمودند. مقدس و همکاران (Moghaddas et al., 2019) برنامه درسی و شیوه آموزش رشته مهندسی شیمی را در ایران با دانشگاه‌های آمریکا مقایسه نموده‌اند. شیوه‌های جدید تدریس رشته‌های مهندسی شیمی، در چند دانشگاه برگزیده آمریکا مورد بحث و بررسی قرار گرفته‌اند و سپس، دروس اصلی ارائه‌شده در دانشگاه‌های مورد مطالعه و دروس مختص به گرایش‌های رایج موجود در این رشته، بررسی شده‌اند.

همان‌گونه که مشاهده می‌شود، بازنگری برنامه درسی رشته مهندسی مکانیک نیازمند تحول جدی در شکل، محتوا، روح و ساختار است. چنین مطالعه‌ای تا به حال برای برنامه درسی مهندسی مکانیک در ایران انجام نشده است. در این مقاله سعی شده است با نگاهی بومی و با در نظر گرفتن تحولات آتی در روند گسترش علم در جهان، پس از مقایسه برنامه درسی رشته مهندسی مکانیک در ایران با چند دانشگاه برگزیده خارجی، در نهایت چهارچوب روشنی برای بازنگری در برنامه درسی رشته

مهندسی مکانیک ارائه شود.

در بخش ۲، نمودار درسی فعلی رشته مهندسی مکانیک بررسی و نواقص و ایرادات آن بیان خواهد شد. سپس در بخش ۳، برنامه درسی رشته مهندسی مکانیک در چند دانشگاه جهان بررسی می‌شود و در بخش ۴، پیشنهادها و راهکارهای مناسب با هدف ارتقای کیفیت برنامه درسی رشته مهندسی مکانیک ارائه خواهد شد. بخش ۵ مربوط به نتیجه‌گیری مقاله است.

۲. نقدی بر نمودار درسی موجود

در چند سال اخیر، چند برنامه درسی توسط دانشگاه‌های متفاوت ارائه شده‌اند و در سامانه آموزش عالی (هس) وزارت علوم، تحقیقات و فناوری بارگذاری شده‌اند. از بین این موارد، برنامه درسی جدید رشته مهندسی مکانیک در مقطع کارشناسی (پیشنهادی دانشگاه شهید بهشتی) و کارشناسی ارشد (پیشنهادی دانشگاه صنعتی اصفهان) به ترتیب مصوب شده در تاریخ‌های ۱۳۹۹/۰۷/۲۹ و ۱۴۰۰/۱۰/۰۵، بررسی می‌شوند. پیش از این، برنامه درسی مقاطع کارشناسی ارشد و دکتری به شکل یکسان ابلاغ می‌شد. در برنامه جدیدِ تصویب‌شده، تنها مقطع کارشناسی ارشد لحاظ شده است و برای اولین بار و برخلاف سایر رشته‌های مهندسی، برنامه درسی مقطع کارشناسی ارشد جدای از دوره دکتری ارائه می‌شود. در نتیجه برنامه درسی دوره دکتری، بلاتکلیف باقی مانده است که مشکلاتی در زمینه اجرایی‌سازی برنامه، به همراه خواهد داشت.

ایرادات فرمی، همچون اشتباهات تایپی، در برنامه درسی کارشناسی و ایرادات محتوایی، مثل ترجمه ناقص عنوان "ساخت و تولید" در برنامه درسی کارشناسی ارشد که ساخت و تولید، هر دو به Manufacturing (صفحه عنوان برنامه درسی کارشناسی ارشد) ترجمه شده است، نیاز به اصلاح دارند. ساخت و تولید دو دنیای متفاوت هستند. نکاتی در تولید باید در نظر گرفته شود که در ساخت وجود ندارد و بالعکس. مهم‌ترین مشکل این برنامه درسی، عدم وجود تغییرات مدرن کافی متناسب با دنیای امروز است. قسمت اعظم برنامه‌درسی جدید، مشابه با برنامه پیشین است و تنها تغییرات محدودی که گهگاه چندان مطلوب یا ضروری هم نیستند، اعمال شده است. طراحی، نوآوری، خلاقیت و حل مسئله در این برنامه مغفول مانده‌اند.

ترکیب کمیته بازنگری برنامه درسی مقطع کارشناسی متشکل از ۳۶ نفر، شامل ۱ استاد، ۴ دانشیار، ۲۹ استادیار و ۲ مربی است که ۴ نفر از اعضای گروه، با مدرک مهندسی مواد و متالورژی و مابقی از رشته مهندسی مکانیک هستند (صفحات ۳ تا ۴ برنامه درسی کارشناسی). برای تدوین برنامه‌های بعدی، لازم است کمیته‌ای متشکل از افراد شاخص و شناخته‌شده در حوزه آموزش از کل ایران با سلایق و ایده‌های متنوع، با مدرک مهندسی مکانیک و با درجه استادی و دانشیاری انتخاب شوند. کمیته تهیه‌کنندگان برنامه درسی کارشناسی ارشد برای طراحی کاربردی شامل ۱ نفر با همکاری ۳ نفر

و برای گرایش‌های ساخت و تولید و تبدیل انرژی تنها ۱ نفر هستند (صفحات ۱، ۱۲۱، ۱۷۰ برنامه درسی کارشناسی ارشد). با توجه به پیچیدگی برنامه درسی کارشناسی ارشد لازم است کمیته تدوین برنامه درسی از تعداد بسیار بیشتری با تجارب مختلف بهره ببرد.

از طرف دیگر طبق روندهای استاندارد علمی، کلیه اسناد علمی تا پیش از آنکه توسط چندین همکار با تخصص مرتبط داوری شوند، اعتبار ندارند. برنامه درسی پیشنهادی توسط اعضای کمیته نیز پس از داوری دقیق، باید توسط شورای گروه دانشگاه‌های مختلف، مورد تصویب قرار بگیرند تا نظر شخصی افراد دخیل نشود و مسائل بومی مورد توجه قرار بگیرد.

از جمله توانمندی‌های دانشجویان و دانش‌آموختگان، کار در گروه‌های دارای عملکردهای متفاوت، درک مسئولیت‌های حرفه‌ای و اخلاقی، آگاهی از مسائل معاصر و... بیان شده اما مشخص نیست، به واسطه کدام واحد درسی باید چنین قابلیت‌هایی ایجاد شوند. حذف الزام درس دینامیک سیالات محاسباتی وسامانه‌های هیدرولیک و نیوماتیک و اجباری شدن درس‌های سامانه‌های اندازه‌گیری همراه با افزایش واحد آن از ۲ به ۳ و نیز اجباری شدن درس روش‌های تولید و کارگاه (صفحات ۱۲ و ۱۳ برنامه درسی کارشناسی)، سبب شده است تخصص دانش‌آموختگان در گرایش‌های متمایل به حرارت، سیالات و انرژی تضعیف شود. در نتیجه، ایجاد محدودیت در درس‌های لازم برای صدور پروانه اشتغال به کار حرفه‌ای در سازمان نظام‌مهندسی ساختمان کشور در اثر ایجاد محدودیت در زمینه حرارت و سیالات، نیز جزو موارد نگران‌کننده برای صنعت ساختمان است. درس بسیار کلیدی و مهم آزمایشگاه علم مواد حذف شده است. الزام اخذ درس آزمایشگاه فیزیک ۲ حذف شده است (صفحه ۱۱ برنامه درسی کارشناسی) که با وجود آزمایشگاه مبانی مهندسی برق، روند پیوسته آموزش را دچار اختلال خواهد کرد.

کاهش ۴ واحد درس دینامیک به ۳ واحد (صفحه ۱۲ برنامه درسی کارشناسی)، جزو تغییرات نادرستی است که با وجود حجم بالای مطالب موجود در سرفصل درس مهم دینامیک، کیفیت دانش‌آموختگان را تحت تأثیر قرار خواهد داد. دلیل تصمیم‌گیری سلیقه‌ای در مورد ارزشیابی مستمر در برخی از درس‌ها و نحوه اعمال وزن‌دهی‌های متغیر برای تمرین، میان نیمسال، پایان نیمسال و ارزشیابی مستمر در درس‌های مختلف نیز نامشخص است.

تغییر عنوان درس "محاسبات عددی پیشرفته" به "روش‌های محاسبات عددی پیشرفته" برای گرایش طراحی کاربردی و به "روش‌های عددی پیشرفته" برای گرایش تبدیل انرژی و طراحی کاربردی نیاز به اصلاح دارد (بند ۱۹ صفحه ۱۵ و بند ۱۸ صفحه ۱۷۸ برنامه درسی کارشناسی ارشد). آن چه به عنوان روش‌های عددی آموزش داده می‌شوند، مربوط به سرفصل دوره کارشناسی است. عنوان کامل این درس باید "تحلیل (آنالیز) عددی پیشرفته" باشد. آن چه در درس پیشرفته محاسبات عددی باید آموزش داده شود، قدرت تحلیل و درک چرایی الگوریتم‌های عددی است و نه صرفاً یادگیری روش‌های عددی.

تغییر عنوان درس "مکانیک سیالات پیشرفته" به "سیالات غیرلزج" نیز نیازمند اصلاح است (بند ۴ صفحه ۱۷۶ برنامه درسی کارشناسی ارشد). لفظ "سیال غیرلزج" به لحاظ علمی صحیح نیست. تمامی سیالات، کم یا بیش دارای لزجت هستند (به جز سوپرفلویدها که در شرایط خاصی نزدیک صفر کلوین می‌توانند لزجت نزدیک به صفر داشته باشند). "جریان غیرلزج" از نظر فیزیکی عبارت درستی است. از طرف دیگر، درس مکانیک سیالات پیشرفته حاوی مطالبی است که شامل جریان‌های لزج هم می‌شود. قرار دادن مبحث پایداری جریان آرام در درس لایه مرزی در حالی که این مبحث لزوماً محدود به لایه مرزی نیست، نیز نیازمند بررسی مجدد است.

حذف درس‌های رفتار مکانیکی مواد، مهندسی ابزار دقیق، خزش خستگی و شکست و مباحث منتخب نیز جزو تصمیمات چالشی است که نیازمند تصحیح است. درس "مباحث منتخب" امکان ایجاد انعطاف در ارائه مطالب بروز و مدرنی را که در برنامه درسی پیش‌بینی‌نشده بود، ایجاد می‌کرد.

یکی از مزیت‌های برنامه درسی جدید، افزوده شدن درس اقتصاد مهندسی به صورت اجباری (صفحه ۱۳ برنامه درسی کارشناسی) و مقدمه‌ای بر کارآفرینی، مخاطرات محیطی و کلیات حقوق شهروندی، مازاد بر سقف تعداد واحدهای دوره با تأثیر در معدل به صورت درس اختیاری است (صفحه ۱۴ برنامه درسی کارشناسی). اصلاح دیگر برنامه درسی جدید کارشناسی ارشد، تغییر عنوان "ریاضیات پیشرفته" به "ریاضیات مهندسی پیشرفته" (صفحه ۱۰ برنامه درسی کارشناسی ارشد) است که چندان ضروری به نظر نمی‌رسند.

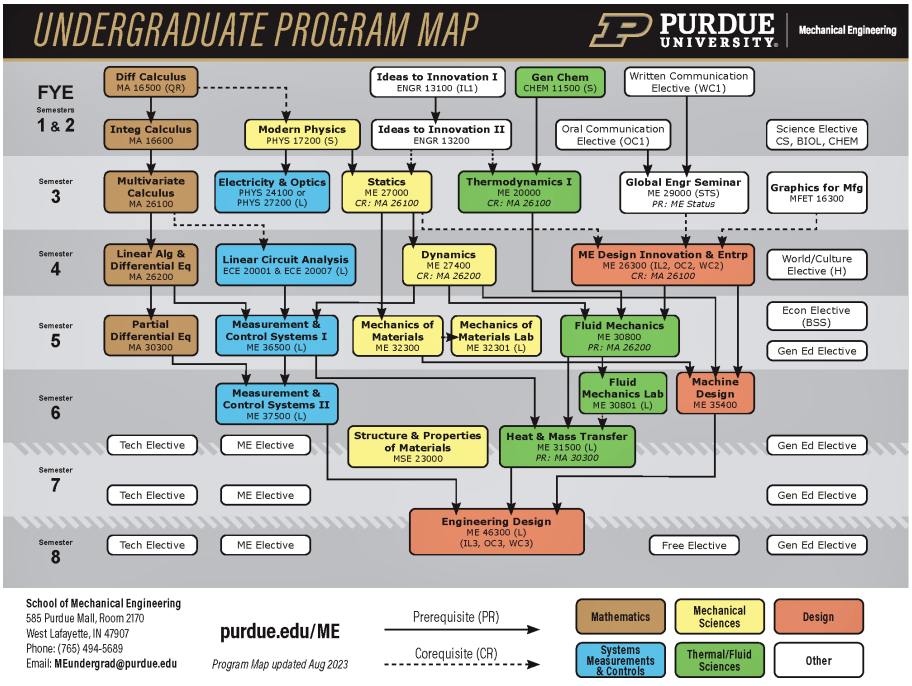
۳. نگاهی به برنامه درسی چند دانشگاه جهان

در این بخش، نمودار درسی مهندسی مکانیک در چهار دانشگاه جهان، بررسی شده است و نقاط اشتراک و تمایز آنها با برنامه درسی رشته مهندسی مکانیک در ایران، بیان می‌شود. چهار دانشگاه انتخاب‌شده جایگاه‌های متنوعی در رتبه‌بندی‌های بین‌المللی دارند تا برنامه درسی در دانشگاه‌های مختلف با شرایط متفاوت، بررسی شده باشند.

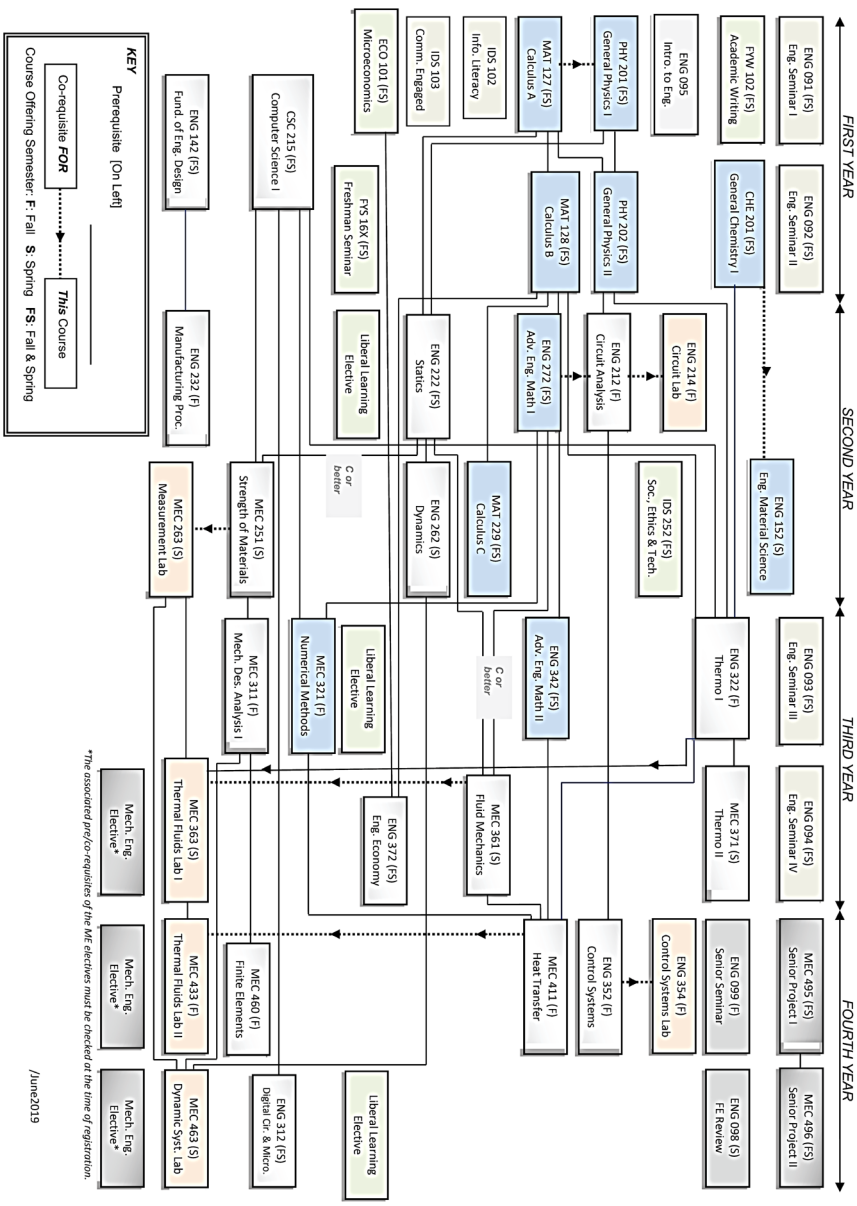
شکل ۱ روندنمای درس‌های دانشگاه پردو برای مقطع کارشناسی را نمایش می‌دهد. برنامه درسی در ۸ نیمسال تنظیم شده است و شامل شش بخش ریاضیات (قهوه‌ای)، علوم مکانیکی (زرد)، طراحی (قرمز)، اندازه‌گیری و واپایش (آبی)، علوم حرارتی و سیالات (سبز) و سایر درس‌ها (سفید) است. برخلاف رویه رایج در ایران، درس‌های مربوط به شاخه ریاضیات در طول ۵ نیمسال ابتدایی پخش شده است تا دانشجو فرصت کافی برای انطباق با آنها را داشته باشد. دانشجویان مهندسی در ایران در دو نیمسال ابتدایی با تعداد زیادی درس ریاضی مواجه می‌شوند. جبر خطی در بخشی از عنوان یک درس آورده شده است. استاتیک، دینامیک و مکانیک مواد (مقاومت مصالح)، به ترتیب در نیمال‌های ۳، ۴، ۵ ارائه می‌شوند.

در انتها، همه دروس به مفهومی به نام طراحی مهندسی ختم می‌شوند. درسی با عنوان اپتیک وجود دارد. سایر درس‌ها شامل ایده‌هایی برای خلاقیت ۱ و ۲، مهارت‌های نوشتاری و گفتاری، فرهنگ جهان در نیمسال‌های ابتدایی قرار داده شده‌اند. دروس مربوط به تحصیلات تکمیلی بسیار کلی هستند و صرفاً، شامل عناوین درس‌ها با تنوع بسیار بیشتر، حداقل نیازها و چهارچوب‌های کلی لازم برای دوره کارشناسی ارشد هستند. روندنمای محدودکننده‌ای مشابه با شکل ۱ برای دانشجویان کارشناسی ارشد و دکتری ارائه نشده است.

شکل ۲ روندنمای برنامه درسی کارشناسی را برای کالج نیوجرسی در چهار سال متوالی نمایش می‌دهد. دو درس سمینار مهندسی برای سال اول در کنار درس‌های معرفی مهندسی، مبانی طراحی مهندسی و نگارش فنی زمینه مناسبی برای آشنایی دانشجویان با کلیات رشته مهندسی مکانیک هستند. دروس ریاضی تا نیمسال چهارم ادامه پیدا کرده است و استاتیک و دینامیک در نیمسال‌های ۳ و ۴ ارائه شده‌اند. سمینارهای مهندسی و پروژه کارشناسی در دو سال آخر ادامه پیدا کرده‌اند. درس‌های مکانیک سیالات و محاسبات عددی، در سال سوم ارائه شده‌اند. در این برنامه نیز تأکید خاصی روی آموزش مبانی مهندسی و طراحی قرار داده شده است.



شکل ۱. برنامه درسی مقطع کارشناسی دانشگاه پردو (Perdue university, 2024)

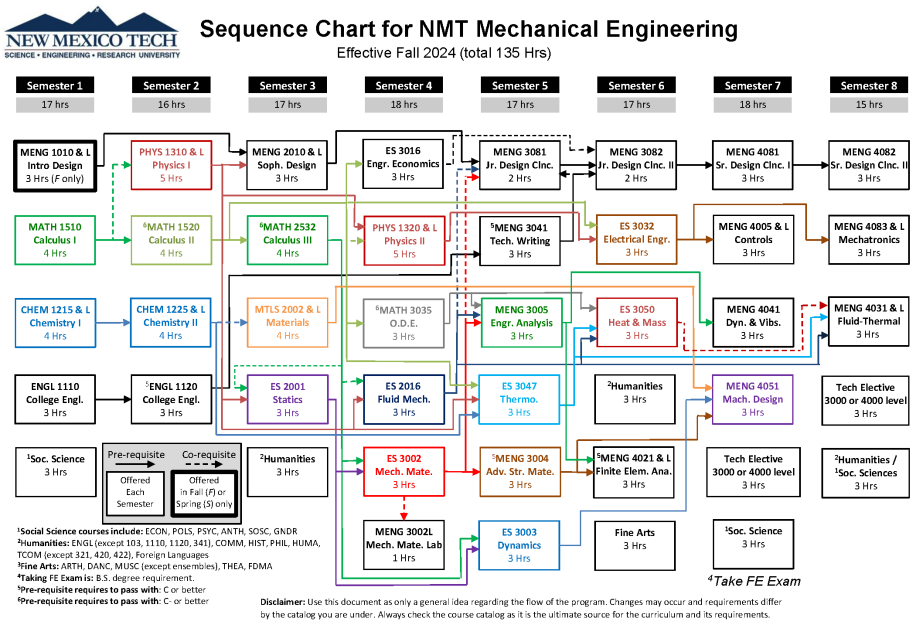


شکل ۲. برنامه درسی مقطع کارشناسی مهندسی مکانیک کالج نیوجرسی (College of New Jersey, 2024)

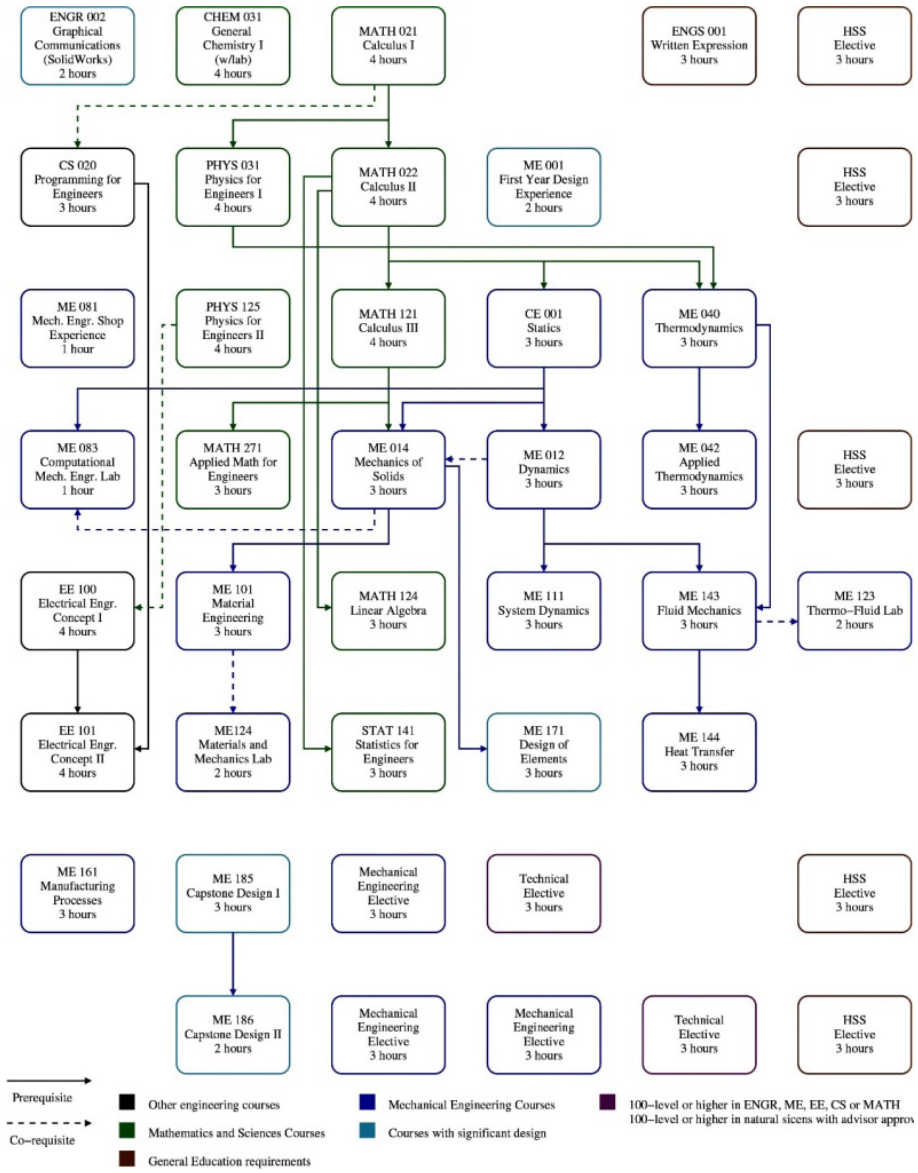
در شکل ۳ برنامه درسی مقطع کارشناسی در دانشگاه صنعتی نیومکزیکو در طول هشت نیمسال مشاهده می‌شود. در این برنامه، دو واحد درسی شیمی ۱ و ۲ موجود است. مشابه دو برنامه قبلی، تأکید اصلی برنامه در سال ابتدایی ورود دانشجو به دانشگاه روی معرفی مفاهیم اولیه همچون طراحی است

که تا نیمسال هشتم تحصیل، به شکل ممتد ادامه پیدا می‌کند. درس‌های ریاضی تا چهار نیمسال حضور دارند، درس استاتیک و دینامیک، به ترتیب در نیمسال‌های ۳ و ۵ ارائه شده‌اند و تأکید ویژه‌ای بیش از سایر دانشگاه‌ها روی علوم اجتماعی و انسانی و هنرهای زیبا به چشم می‌خورد.

روندنمای برنامه درسی رشته مهندسی مکانیک در دانشگاه ورمونت در شکل ۴ نمایش داده شده است. هر سطر از این نمودار، نشانگر درس‌های یک نیمسال تحصیلی است. نقاط متمایزکننده این برنامه، امتداد درس‌های ریاضیات تا ۶ نیمسال و ارائه درس‌های استاتیک و دینامیک به ترتیب در نیمسال‌های ۳ و ۴ است. درس‌های مختلف در زیربخش‌های آموزش‌های کلی (قهوه‌ای)، درس‌های مرتبط با طراحی (آبی روشن)، درس‌های مهندسی مکانیک (آبی تیره)، درس‌های ریاضیات و علوم (سبز)، درس‌های نیمسال‌های بالاتر (بنفش) و سایر درس‌های مهندسی (سیاه) ارائه شده‌اند. در سال اول تحصیلی، تأکید روی توانایی نوشتاری، آموزش نرم‌افزارهایی، مثل سالیدورکز، تجربه طراحی و دروس علوم پایه است. درس آمار و احتمال در نیمسال ششم ارائه شده و در انتها با دو درس طراحی، دوره به اتمام رسیده است.



شکل ۳. برنامه درسی مقطع کارشناسی مهندسی مکانیک دانشگاه صنعتی نیومکزیکو (New Mexico Tech, 2024).



شکل ۴. برنامه درسی مقطع کارشناسی مهندسی مکانیک دانشگاه ورمونت .(University of Vermont, 2024)

۴. پیشنهادهایی برای ارتقای کارآمدی و مدرن‌سازی برنامه

در ادامه بخش‌های قبل که معایب برنامه درسی موجود و نیز کلیاتی از برنامه درسی چهار دانشگاه خارجی بیان شدند، در این بخش، تغییرات مورد نیاز برای برنامه درسی رشته مهندسی مکانیک با نگاه

بومی و آینده‌محور ارائه می‌شوند. اصلاحات مورد نظر در پنج بخش محورهای کلی، تغییر در اسامی درس‌ها، درس‌هایی که باید افزوده شوند، تغییر در محتوای درس‌ها و نگاهی به آینده ارائه شده‌اند. تغییرات پیشنهادی برای برنامه درسی در دانشگاه‌های مختلف، می‌تواند در زمان انتقالی دانشجویان بین دانشگاه‌های مختلف مشکلاتی به همراه داشته باشد. با فراگیر شدن اجرای این برنامه‌ها و نیز با انعطاف‌پذیری دانشگاه‌های مختلف این مشکلات رفع خواهند شد.

محورهای کلی

- توجه به توسعه پایدار، مهارت‌آموزی (به اندازه کافی و نه بیش از اندازه)، کارآفرینی، تفکر بین‌رشته‌ای، طراحی، مبانی و اصول مهندسی، تفکر خلاق، نوآوری و مهارت‌های نرم. در توجه به مهارت‌افزایی باید دقت نمود تا مأموریت دانشگاه‌های جامع و صنعتی با اهداف دانشگاه‌های فنی حرفه‌ای تداخل پیدا نکند. وجود کارگاه‌ها و آزمایشگاه‌های مدرن و مجهز، در کنار دوره‌های کارآموزی و بازدیدهای متعدد، شرایط را برای آشنایی دانشجویان با فضای کاری مهیا خواهد کرد. افزوده شدن کارگاه ریخته‌گری می‌تواند در راستای ارتقای مهارت دانشجویان مناسب باشد.
- ایجاد درس‌های ۰/۵ یا ۱ واحدی که یک جلسه در هفته یا هر دو هفته یک بار ارائه شوند. می‌توان از پتانسیل درس‌های ۰/۵ واحدی استفاده کرد تا مباحثی مثل آمار و احتمال را در حد نیاز به دانشجویان آموزش داد. نکته مهم اینکه این درس‌های پایه باید توسط اساتید گروه مهندسی مکانیک ارائه شوند، تا نگاه کاربردی و نیازمحور در مطالب بیان‌شده وجود داشته باشد.
- توجه به روش‌های نوین آموزش و روش‌های مختلف آموزش فعال، مانند نظام کلاس‌معکوس و آموزش مسئله‌محور، پروژه‌محور یا طراحی‌محور جهت ایجاد جذابیت و قدرت تفکر خلاق همراه با ارزشیابی مستمر در طول نیمسال
- توجه به آزادکاری (فریلنسرینگ)، به عنوان یکی از روش‌های درآمدزایی بین‌المللی و یکی از زمینه‌های شغلی محتمل برای فارغ‌التحصیلان در آینده
- برگزاری جلسه دفاع از پروژه کارشناسی و ارزیابی توانایی اعضای هیئت‌علمی برای درگیرکردن دانشجویان کارشناسی در امر پژوهش.
- افزودن بازدید مصوب برای اکثریت درس‌ها تا دانشجو از همان ابتدا با جنبه‌های کاربردی مطالب و محیط کارگاه آشنا شود
- استفاده از امکانات دنیای مجازی و فضای دیجیتال، مانند فیلم‌های موجود در بستر یوتیوب یا فناوری‌های واقعیت مجازی/ افزوده و هوش مصنوعی
- توجه به آینده فارغ‌التحصیلان و دورنمای ۱۰ سال آتی رشته مهندسی مکانیک
- یکی از مشکلات دانشجویان در مقاطع بالاتر و در زمان نگارش پروژه کارشناسی یا پایان‌نامه ارشد

و رساله دکتری، عدم توانایی نگارش درست به زبان مادری‌شان است. از این رو، در درس فارسی عمومی، مطالعه متون ادب فارسی با آموزش نحوه نوشتن فارسی سلیس و عاری از اشتباهات نگارشی، جایگزین شود.

- اجباری شدن درس انتقال حرارت ۲، به علت وجود سرفصل‌های مهمی، همچون جوشش، میعان و انتقال حرارت تشعشع
- اجباری شدن درس مکانیک محیط پیوسته برای گرایش تبدیل انرژی با سرفصل‌های مخصوصِ علوم حرارتی و سیالاتی. الفبای ریاضی و جبر تانسوری که به طور مکرر در مقالات استفاده می‌شوند و اصول ابتدایی درک معادلات حاکم، در این درس آموزش داده می‌شوند. اگر مطالب مرتبط با علوم حرارتی، انرژی و سیالات در این درس آموزش داده نشوند، دانشجویان حتی در مطالعه مقالات و توان درک معادلات اصلی، دچار مشکل خواهند شد.

تغییر در اسامی درس‌ها

- "مقاومت مصالح" به "مکانیک مواد"
- گرایش "طراحی کاربردی" به "مکانیک جامدات"
- گرایش "تبدیل انرژی" به "حرارت و سیالات"
- "سیال غیرلزج" به " جریان لزج" یا حفظ عنوان "مکانیک سیالات پیشرفته"
- درس‌هایی که باید افزوده شوند
- "مقدمه‌ای بر مهندسی مکانیک"، شامل مواردی همچون تاریخ مهندسی مکانیک، فلسفه علم، فلسفه مهندسی، مبانی و اصول مهندسی، بیان جایگاه مهندسی مکانیک بین علوم مختلف، ضرورت گذراندن درس‌های نیمسال‌های بعدی با بیان کاربردها و تبیین ارتباط بین درس‌های مختلف، پیش‌نیازهای مهندسی مکانیک، خصوصیات یک مهندس کاربلد، نیازها و توانمندی‌های لازم برای ورود به بازار کار، از جمله اخلاق مهندس و حقوق مهندسی در قالب چند درس ۰/۵، ۱ یا ۲ واحدی
- ارائه یک یا چند درس با عناوین مرتبط با طراحی، شامل تبین مفهوم طراحی، الگوهای مهندسی، تقریب، خطا و انواع آن، اعتبارسنجی، دقت‌سنجی، کالیبراسیون، مکانیزاسیون، اتوماسیون، تولید انبوه، الگوریتم طراحی، چک‌لیست‌های طراحی، استانداردها، کدها و مقررات، تلرانس‌گذاری، عدم قطعیت، قابلیت اطمینان، ضریب ایمنی، طراحی مقاوم، مهندسی معکوس و مهندسی منفی.
- علاوه بر توجه خاص به درس شیمی عمومی، یک درس جدید مرتبط با مبانی زیست‌شناسی (بیومکانیک) نیز افزوده شود. هر دوی این درس‌ها باید توسط اساتید آشنا با مهندسی مکانیک

ارائه شوند تا ارائه دروس، کاربردی‌تر گردد و دانشجو با جایگاه این مباحث در مهندسی مکانیک، در کنار سایر درس‌ها آشنا شود.

- توجه ویژه به مهارت‌های نرم، از جمله ایجاد ارتباط مؤثر، نوع لباس پوشیدن، ظاهر آراسته، توانایی‌های کلامی، فن بیان، قدرت صحبت به چند زبان، مهارت‌های مذاکره، توان قانع کردن طرف مقابل، خوب گوش دادن، تواضع و فروتنی، ارائه جذاب، کاهش ترس از صحبت در بین جمع، گزارش‌نویسیِ صحیح و نگارش فنی، تسلط به نوشتار به زبان فارسی یا انگلیسی، درک زبان بدن، مهارت‌های مرتبط با مصاحبه علمی و کاری، تفکر خلاق، تصمیم‌گیری، قدرت حل مشکل، مدیریت بحران، انعطاف‌پذیری و تطبیق‌پذیری با شرایط دشوار، علاقه به تحقیق و یادگیری، نوآوری و خلاقیت، نگاه متفاوت به امور روزمره، تفکر منطقی، ایجاد انگیزه و اشتیاق درونی، کار گروهی، پایش پیشرفت در نیل به هدف مشترک اعضای گروه، دریافت و پردازش بازخوردها، همکاری، ازخودگذشتگی، سازش با افراد با شخصیت‌های پیچیده، مدیریت شرایط دشوار، همدردی با سایر اعضای گروه، درک فرهنگ‌های متفاوت بین‌المللی، دوری از سوءتفاهم، اعتماد متقابل، شبکه‌سازی، گروه‌سازی، کمک به هم‌گروهی‌ها، مسئولیت‌پذیری، پوشش وظایف همکاران در شرایط حساس، مدیریت اختلافات و تعارضات، شفافیت، پذیرش اشتباهات خود و دیگران، صبر و سکوت، مدیریت خشم، عزت‌نفس و همدلی، روحیه مثبت، اعتمادبه‌نفس بالا، تمایل به تقویت همکاری، رعایت احترام متقابل، تفکرات روبه‌جلو و باانگیزه، روحیه پرشورونشاط، صداقت، ایجاد روابط دوستانه، مدیریت احساسات، مدیریت استرس، مثبت‌اندیشی و خوش‌بینی و تشویق دیگران، رهبری، شناخت اصول مدیریت خطر، مدیریت بحران، مدیریت عمل‌گرایانه، مدیریت راهبردی، مدیریت کلان، حل اختلافات، الهام‌بخش بودن برای اعضای گروه، توانایی حل مشکل، هدایت افراد، ایجاد انگیزه، مدیریت پروژه، دوری از روزمرگی و توجه به دورنمای توسعهٔ مجموعه، مدیریت استعدادها، شایسته‌سالاری و دوری از مدیریت سلیقه‌ای
- افزودن درس آمار و احتمال مهندسی که یکی از موارد پرکاربرد در گرایش‌های مختلف مهندسی مکانیک است. برای نمونه تحلیل آماری در جریان آشفته یا استفاده از مفاهیم آماری برای طراحی آزمایش و بهینه‌سازی.
- اضافه شدن مباحث هندسه و جبر خطی به دروس ریاضیات پایه. همان‌گونه که از عنوان مهندسی مشخص است، هندسه بخش مهمی از پیش‌نیازهای مهندسی است.
- اضافه شدن درس یادگیری ماشین به عنوان یک درس اختیاری با پیش‌نیاز محاسبات عددی
- اضافه شدن درس ساخت افزایشی به عنوان یک درس اختیاری
- اضافه شدن کاربردهای واقعیت مجازی/افزوده و متاورس در مهندسی مکانیک به عنوان یک

درس اختیاری

- اضافه‌شدن درس مهندسی مکانیک و توسعه پایدار، شامل مواردی همچون آب، خاک، انرژی‌های تجدیدپذیر، مدیریت پسماندها، آلودگی‌های هوا، محیط‌زیست، تغییر اقلیم، خشکسالی و کیفیت زندگی.

تغییر در محتوا و تعداد واحد درس‌های موجود

- محاسبات عددی و برنامه‌نویسی رایانه‌ای: کاهش مجموع واحدهای این دو درس از ۵ واحد به یک درس ۴ واحدی به صورت مسئله‌محور. کدنویسی به شکل عملی در کنار الگوریتم‌های محاسبات عددی آموزش داده می‌شود تا دانشجویان توانایی عملی برای کدنویسی در کاربردهای محاسباتی را داشته باشند. زبان‌های برنامه‌نویسی قابل قبول، شامل فورترن، سی‌پلاس‌پلاس یا پایتون هستند. مناسب است این درس برای نیمسال‌های ۳ به بعد ارائه شود. کار با لینوکس و سامانه‌های پردازش موازی و کدهای منبع‌باز نیز می‌تواند در صورت نیاز، به صورت یک درس ۰/۵ یا ۱ واحدی مجزا در دستور کار قرار بگیرد.
- زبان انگلیسی عمومی و تخصصی: کاهش تعداد واحدهای این دو درس از مجموع ۵ واحد به ۸ درس نیم‌واحدی که به صورت مستمر در ایام تحصیل اخذ شوند. آموزش متمرکز زبان انگلیسی ناکارآمد است، جهت افزایش راندمان آموزش زبان انگلیسی، فرایند آموزش باید به صورت مستمر، در ایام تحصیل جریان داشته باشد.
- توجه ویژه به کارآموزی و کارآفرینی در طول چهار سال تحصیل
- کارگاه نوآوری و خلاقیت، شامل حل یک مسئله در طول نیمسال و در قالب گروه‌های چندنفره، آشنایی با تجربه‌های موفق مرتبط با مهندسی و شکست‌ها و فجایع مهندسی در صنایع مختلف در طول تاریخ مهندسی
- کاهش مجموع واحدهای درس‌های مبانی مهندسی برق ۱ و ۲ از ۶ واحد به ۵ یا ۴ واحد
- دو واحد در نظر گرفته‌شده برای درس سمینار ارشد، به چهار درس نیم‌واحدی شکسته شود که به واسطه این چهار درس در طول تحصیل، به ترتیب مواردی همچون زبان انگلیسی لازم برای مطالعه مقالات، پایگاه‌داده، مقاله‌نویسی و مقاله‌خوانی، ارائه جذاب، نگارش فنی، به شکل مستمر آموزش داده شوند.
- به موارد مرتبط با اچ-اس-ای (سلامت، ایمنی و محیط‌زیست) در قالب یک درس نیم‌واحدی توجه شود.
- هم‌پوشانی درس دینامیک سیالات محاسباتی در دوره تحصیلات تکمیلی و کارشناسی حذف گردد و مباحث مدرن‌تری، مثل روش‌های حل معادله بولتزمن، روش‌های اتمیستیک و لاگرانژی

به درس کارشناسی ارشد افزوده شوند.

- طراحی و ساخت در ابعاد نانو، کدنویسی منبع‌باز، چاپگرهای سه‌بعدی و اتوماسیون نیز می‌توانند به عنوان برخی از درس‌های اختیاری در نظر گرفته شوند.
- درس‌هایی مثل مکانیک سیالات یا دینامیک و ارتعاشات و ... که همراه با آزمایشگاه هستند، با درس آزمایشگاه ادغام و به صورت درس‌های ۳/۵ واحدی ارائه شوند (برای مثال، درس‌های مکانیک سیالات ۱ و مکانیک سیالات ۲، هر دو ۳/۵ واحد باشند). آزمایش‌های موجود در سرفصل درس آزمایشگاه، به طور هم‌زمان با تدریس در کلاس، درس داخل کلاس یا در محل آزمایشگاه اجرا می‌شوند. جهت اجرای این مورد، لازم است امکانات سخت‌افزاری لازم نیز فراهم شود. این نوع ارائه درس‌ها، سبب می‌شود که محتوای درس‌ها به سمت مسئله‌محور شدن حرکت کنند و کیفیت ارائه درس‌های آزمایشگاه و جذابیت و اثرگذاری دروس تئوری افزایش قابل ملاحظه‌ای بیابد. همچنین هم‌پوشانی مطالب دروس تئوری با دروس آزمایشگاه از بین برود.

توجه به آینده

میزان خوشبینی نسبت به آینده رشته‌های مهندسی، پیش‌بینی تغییرات احتمالی در جهان و عکس‌العمل مهندسان داخلی نسبت به این تغییرات، زمینه‌های جدید مورد علاقه صنعت و جامعه، ابزارهای جدید، وضعیت پرستیژ مهندسی در جامعه، مهارت‌های شخصی و حرفه‌ای جدید و مهارت‌های کلاسیکی که در آینده نیز مهم خواهند بود، جز محورهای اصلی دورنمای رشته مهندسی مکانیک هستند. برخی از پیشنهادها درباره تحولات آتی رشته‌های مهندسی مکانیک به شرح زیر است:

- ایجاد آموزش‌های بین‌رشته‌ای مابین رشته‌های مهندسی و غیرمهندسی و یا شاخه‌های مختلف رشته‌های مهندسی، از جمله انرژی‌های تجدیدپذیر، علوم زیستی، نانوفناوری، آب، علوم داده، رباتیک، الکترونیک، مکاترونیک و هوش مصنوعی
- توجه به روش‌های مدرن و خودآموز آموزشی، مثل پادکست، وبینار و دوره‌های برخط
- آشنایی با امور مالی، پولی، تجاری و اقتصادی
- توانایی برخورد با وقایع غیرمنتظره
- درک مسئولیت اجتماعی
- توجه به بحران‌های بشری، از جمله سلامت، انرژی، آب، غذا، محیط‌زیست، سیل و زلزله

۵. نتیجه‌گیری

در این مقاله، برنامه درسی رشته مهندسی مکانیک مورد بررسی قرار گرفت و با توجه به دورنمای رشته‌های مهندسی و نیز با در نظر گرفتن نگاه بومی، پیشنهاداتی در راستای بهبود کارآمدی و ارتقای

کیفیت برنامه درسی رشته مهندسی مکانیک با نگاهی به برنامه درسی این رشته در کشورهای دیگر ارائه شد که می‌توانند تا حدودی برای سایر رشته‌های مهندسی نیز مفید باشند. مهم‌ترین خصوصیات برنامه درسیِ مرور شده از چهار دانشگاه خارجی که کمابیش بین همگی مشترک هستند، در موارد زیر خلاصه می‌شوند:

- عدم تمرکز درس‌های ریاضیات در نیمسال‌های ابتدایی و امتداد آنها تا نیمسال‌های بالاتر
- تمرکز ویژه روی معرفی مفاهیم بنیادین مهندسی و درگیر نگه داشتن دانشجو با مقوله طراحی از ابتدا تا انتهای دوران تحصیل
- انتقال درس‌های استاتیک و دینامیک، به ترتیب به نیمسال‌های ۳ و ۴
- توجه ویژه به مهارت‌های نرم، درس سمینار، نوشتار فنی، هنر و علوم اجتماعی
- عدم ارائه نموداری دقیق همراه با جزئیات محدودکننده برای مقاطع تحصیلات تکمیلی و اکتفا به تعیین چهارچوب‌های کلی
- وجود شباهت کلی بین عناوین درس‌های تئوری دوره کارشناسی در خارج از کشور با درس‌های تدریس‌شده در ایران، همچون مکانیک سیالات، ترمودینامیک، استاتیک، دینامیک، کنترل، انتقال حرارت، طراحی اجزا و سایر موارد

مهم‌ترین اصلاحات پیشنهادی برای برنامه درسی مهندسی مکانیک در ایران، شامل موارد زیر است:

- توجه ویژه به مفهوم طراحی، مهندسی، خلاقیت، نوآوری و حل مسئله
- تأکید خاص روی مهارت‌های نرم
- اضافه شدن مباحث هندسه، جبر خطی و آمار و احتمال مهندسی به ریاضیات
- کاهش تعداد واحدهای برخی از درس‌ها و افزودن برخی عناوین جدید
- توجه به روش‌های مدرن آموزش و ارزشیابی
- توجه به‌اندازه به مهارت‌آموزی، توسعه پایدار، کارآفرینی، تفکر بین‌رشته‌ای، اخلاق مهندسی، مسئولیت اجتماعی
- توجه ویژه به آموزش مسئله‌محور

References

- ABET, 2024. Retrieved from https://www.abet.org/.
- American Society of Mechanical Engineers (ASME), 2008. 2028 Vision for Mechanical Engineering.
- American Society of Mechanical Engineers (ASME), 2011. Mechanical Engineering- the state of mechanical engineering: today and beyond.

- Bahri, K., Sameri, M., & Abdolisoltanahmadi, J. (2018). A study of the challenges of electrical engineering curriculum for its revision and modernization. *Iranian Journal of Engineering Education*, 79, 1-25 [in Persian].
- College of New Jersey, 2024. Retrieved from https://mechanicalengineering.tcnj.edu/.
- Davami, P. (2016). What subjects are missing in engineering universities? *Iranian Journal of Engineering Education*, 72, 1-21 [in Persian].
- Fayyaz, J. (2023). Challenges of higher education in engineering fields. *Iranian Journal of Engineering Education*, 100, 129-143 [in Persian].
- Ghaffari, MM., & Zohor H. (2014). The global perspective of challenges of engineering research and education for sustainable development. *Iranian Journal of Engineering Education*, 63, 11-24 [in Persian].
- Iran's Ministry of Science, Research and Technology, 2021. Monitoring the employment status of university graduates [in Persian].
- Memarian, H. (2011). Deficiencies of Iran's engineering education programs. *Iranian Journal of Engineering Education*, 51, 53-74 [in Persian].
- Memarian, H. (2013). Revaluation of engineering education. *Iranian Journal of Engineering Education*, 57, 1-18 [in Persian].
- Moghaddas, J.S., Yasrebi, N., Shojaossadati, A., & Taghavi, M. (2019). Study and comparison of curriculum and methodology of chemical engineering in American and Iranian universities. *Iranian Journal of Engineering Education*, 81, 25-45 [in Persian].
- New Mexico Tech, 2024. Retrieved from https://www.nmt.edu/.
- Perdue university, 2024. Retrieved from https://www.purdue.edu/.
- Times Higher Education, 2024. Retrieved from https://www.timeshighereducation.com/.
- University of Vermont, 2024. Retrieved from https://www.uvm.edu/.

جعفر غضنفریان: او هم اکنون دانشیار گروه مهندسی مکانیک دانشگاه زنجان و عضو پیوسته انجمن آموزش مهندسی ایران است. عضو بنیاد ملی نخبگان بوده و جایزه دکتر کاظمی آشتیانی را دریافت کرده است. زمینه‌های تحقیقاتی او، علوم مرتبط با انرژی، مکانیک سیالات و انتقال حرارت است.