

شناخت ساختار آموزش کارشناسی مهندسی مکانیک در ایران و مقایسه آن با برخی دانشگاه‌های جهان

مجید صفار اول، مینا روحانی، امیرحسین قاسمی، فرزاد قنبری، وحید فخاری،
فریدالدین بهزاد، وحید نظری
دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

چکیده: از تدوین آخرین برنامه آموزشی دوره مهندسی مکانیک توسط شورای عالی برنامه‌ریزی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری زمان زیادی سپری شده است. با توجه به آهنگ شتابان تغییرات و تحولات در دنیای علم و دانش، نیاز جدی به بازنگری در برنامه آموزشی مهندسی در ایران وجود دارد. در این مقاله وضعیت آموزش مهندسی مکانیک در ایران نسبت به سایر برنامه‌های آموزشی دانشگاه‌های برگزیده دنیا تحلیل شده است. این تحلیل نشان داده است که به طور کلی، برنامه آموزشی مهندسی مکانیک از نظر ساختاری تفاوت فاحشی با دانشگاه‌های دیگر ندارد، ولی به نظر می‌رسد که از نظر اجرای دروس و نحوه ارائه مفاهیم اختلافهایی به چشم می‌خورد. اگر چه در این مقاله تلاش شده است تا زمینه‌ها و محورهای لازم به تغییر در برنامه آموزش مهندسی مکانیک معین شود، ولی این موضوع نیازمند توجه و بررسی و تحلیل بیشتری است.

واژه‌های کلیدی: برنامه آموزشی، مهندسی مکانیک، مقطع کارشناسی و
مطالعات مقایسه‌ای.

۱. مقدمه

تا سال ۱۳۷۹ شورای عالی برنامه‌ریزی زیر نظر وزارت علوم تحقیقات و فناوری مسئولیت به روز نگه داشتن برنامه آموزشی رشته‌های دانشگاهی را بر عهده داشت. حاصل تلاش این مجموعه در رشته مهندسی مکانیک تدوین برنامه آموزش مهندسی مکانیک شامل مأموریت‌ها و سر فصل دروس گرایش حرارت سیالات و طراحی جامدات مصوب سیصد و چهل و سومین جلسه شورای عالی برنامه‌ریزی در تاریخ ۱۳۷۶/۴/۸ و گرایش ساخت و تولید مصوب یکصد و شصت و یکمین جلسه شورای عالی برنامه‌ریزی مورخ ۱۳۶۸/۳/۲۸ است [۳،۲،۱].

آموزش مهندسی مکانیک در ایران در شرایط کنونی در چهارچوب این مصوبه قرار دارد. البته، تغییراتی در این برنامه توسط دانشگاه‌های مجری اعمال شده است. از سال ۱۳۷۹ مسئولیت برنامه‌ریزی به شوراهای برنامه‌ریزی دانشگاه‌های دارای هیئت ممیزه واگذار شده است. ولی تاکنون حرکت جدی و همه جانبه‌ای در امر به روز ساختن برنامه‌ریزی آموزشی مهندسی مکانیک به عمل نیامده است.

دانشکده مهندسی مکانیک دانشگاه صنعتی امیرکبیر همانند سایر دانشگاه‌های ایران در چهار سال اخیر در مسیر بازنگری برنامه آموزش مهندسی مکانیک گام‌هایی را برداشته است که از آن جمله پذیرش دانشجویان در چهار چوب رشته مهندسی مکانیک یا به تعبیر دیگر تغییر سیاست گرایش گذاری در مقطع کارشناسی است. هم اکنون پذیرش دانشجویان با عناوین رشته مهندسی مکانیک و رشته مهندسی مکانیک (ساخت و تولید) صورت می‌پذیرد. علاوه بر این، به منظور هدایت دانشجویان در دروس تخصصی تلاش شده است تا آموزش تخصصی دروس آنها در پنج زمینه تخصصی قدرت و نیروگاه، تأسیسات حرارتی و برودتی، مکانیک جامع، سیستم‌های دینامیکی و کنترل، طراحی و ساخت سازمان داده شود. دانشجویان براساس انتخاب خود یکی از سبدهای تخصصی و

نیز دروس مورد نظر را با هدایت استادان راهنما انتخاب می‌کنند. ولی در زمینه به روز نگه داشتن محتوای دروس یا ارائه دروس جدید کار جدی صورت نگرفته است و هنوز نیاز فراوانی در این زمینه احساس می‌شود. اگر چه با تجدید چاپ کتاب‌های مرجع در دروس مختلف و اضافه شدن مفاهیم جدید در این کتاب‌ها، تا حدی محتوای دروس نیز تحول یافته است، ولی روند تحولات، رشد نرم افزارهای تخصصی متعدد، حرکت شتابان زمینه‌های تخصصی در مهندسی مکانیک همگی بر آن تاکید دارد که در جهت به روز ساختن برنامه آموزشی فعالیت بیشتری نیاز است.

در دانشگاه‌های دنیا برنامه‌ریزی آموزشی بسیار مورد توجه است. هر ساله تغییرات بی‌شماری در برنامه آموزشی مهندسی مکانیک یا بروز ساختن محتوای دروس یا ایجاد زمینه‌های جدید در مهندسی مکانیک ارائه می‌شود. پژوهشی که در آکادمی مهندسی چین انجام شده، بر روی ترسیم مشخصات مهندسی در سال ۲۰۲۰ متمرکز شده است [۴]. در این پژوهش بیان شده است که صنعت مرتبط با ساخت ماشین آلات صنعتی و مهندسی در سال ۲۰۲۰ نقش مهمی در توسعه اقتصادی و رفاه مردم و امنیت پایدار جامعه خواهد داشت. جهانی شدن اقتصاد و تولید مهمترین چالش در جامعه جهانی خواهد بود. بنابراین، جوامع صنعتی مجهز به فناوری مدرن می‌توانند جایگاه مطمئن خود را در آینده تضمین کنند. بنابراین، کشورهایی که پژوهش‌های صنعتی را رونق ببخشند و آموزش مهندسان خود را با آینده متناسب کنند، می‌توانند موقعیت خود را بدون مخاطره سازند. دورنمای صنعت در سال ۲۰۲۰ به این صورت ترسیم شده است: ۱- تولید هماهنگ با محیط زیست؛ ۲- تولیدات صنعتی پیچیده با کیفیت و دقت بالا؛ ۳- ساخت و تولید هوشمند؛ ۴- ساخت و تولید عددی؛ ۵- فناوری‌های نانو و میکرو؛ ۶- زیست فناوری. در این خصوص، مهندسان در سال ۲۰۲۰ لازم است افرادی خلاق، مجهز به دانش پایه، قدرت تجزیه و تحلیل مستقل و دارای تجربه مهندسی، همکاری و ارتباط خوب با دیگران و قدرت فعالیت در زمینه‌های بین رشته ای داشته باشند [۴].

زوجی^۱، وزیر آموزش کشور چین، در سخنرانی خود به نقش مهندسی مکانیک در جایگاه جدید چین در صنعت جهانی تأکید کرد و بیان داشت به دلیل تقاضای روزافزون متقاضیان ورود به رشته مهندسی مکانیک این وزارتخانه توانسته است کیفیت آموزشی مهندسی مکانیک را سال به سال بهبود ببخشد. هم اکنون رشته مهندسی مکانیک به دلیل بازار کار بی نظیر در چین در بین متقاضیان رتبه اول را دارا است و بعد از آن علوم کامپیوتر، الکترونیک و انفورماتیک، بازاریابی و مدیریت قرار دارند. همچنین، تأکید فراوانی بر پژوهش های کاربردی و آموزشی مهندسی کاربردی است و نیز فراهم کردن زمینه های خلاقیت در بین دانشجویان به همراه مجهز بودن به دانش و توانایی تخصصی از دیگر موارد هستند [۵]. در مقاله ای دیگر با نگاهی انتقادی، آموزش مهندسی در کشور مکزیک تحلیل و بیان شده است که آموزش متعارف و سنتی به هیچ وجه جوابگوی برنامه ریزی های متحول صنعتی در کشور مکزیک در دهه های آینده نخواهد بود. با توجه به تحولات سریع در کشور مکزیک و تبدیل این کشور از یک جامعه کشاورزی و روستایی به یک جامعه مدرن صنعتی، نیاز به بازنگری آموزش مهندسی در این کشور بسیار زیاد است. این مسئله به همراه باز شدن دروازه های اقتصادی و صنعتی به ویژه با کشورهای همسایه بر روی دنیای صنعتی این نیاز را مضاعف سازد. در این مقاله با تشریح وضعیت فعلی آموزش مهندسی در مکزیک، مواردی که لازم است در تدوین برنامه ریزی مدون آموزشی به آن توجه شود، بیان شده است [۶].

مارگارت بیلی و همکاران^۲، (۲۰۰۴) در خصوص ارائه یک درس با عنوان تبدیل انرژی برای دانشجویان سال آخر مهندسی مکانیک مطالعات جالبی انجام داده اند و نحوه تکمیل سیلابس یک درس تخصصی را در طی ۲۰ سال گزارش کرده اند [۷]. این گزارش از آن نظر حایز اهمیت است که یک درس تخصصی در مقطع کارشناسی در طی ۲۰ سال تغییرات زیادی کرده و محتوای آن حدود ۵۰ درصد تغییر کرده است [۸]. کمیسیون

1 . Zhou, Ji

2 . M. Bailly et al

آموزش عالی کشور فیلیپین وظیفه بازبینی و تجدید نظر در برنامه مهندسی مکانیک را هر پنج سال یک بار به عهده دارد [۹] و راهنمای این کار برگزاری سمینار هایی با شرکت دانشگاهیان، مدیران صنعتی چه خصوصی و چه دولتی، و مسئولان دولتی است که نتایج حاصل از این سمینارها در امر برنامه ریزی مورد استفاده قرار می گیرد و این کمیسیون کمترین نیاز های مورد احتیاج در آموزش مهندسی مکانیک را تعیین می کند و دانشگاه ها ملزم به رعایت این پیشنهادها در برنامه آموزشی خود هستند. بر اساس مصوبات این کمیسیون، واحد های مورد نیاز دروس ریاضی، علوم طبیعی و فیزیک جمعاً ۴۰ واحد، دروس پایه مهندسی شامل نقشه کشی، کامپیوتر، استاتیک و دینامیک، مدیریت و اقتصاد مهندسی و محیط زیست و ایمنی مهندسی جمعاً ۲۱ واحد تعیین شده اند، همچنین، دروس مهندسی وابسته به مهندسی مکانیک شامل مبانی مهندسی برق و الکترونیک و ماشین های الکتریکی را ۱۰ واحد در نظر گرفته است. واحدهای اصلی مهندسی مکانیک جمعاً ۴۹ واحد است که شامل دروس مکانیک سیالات، طراحی اجزا و مهندسی مواد، ترمودینامیک، مهندسی احتراق، انتقال حرارت و جرم، توربومشین و آزمایشگاه و کارگاه و... است. دروس تخصصی مهندسی مکانیک جمعاً ۱۹ واحد تعیین شده است و موارد دیگر شامل دروس تحقیق، کارآموزی با ۱۷ واحد است که با دروس عمومی شامل زبان، جامعه شناسی و... که ۳۹ واحد هستند، جمع واحدهای مورد نیاز مهندسی مکانیک در ۴ سال تحصیلی ۱۹۵ واحد می شود. [۸].

اخیراً فعالیت مؤسسات صنعتی و تجاری جهت کمک به دانشگاه به منظور آموزش جهت یافته مهندسی رایج شده است. زیرا مشاهده شده است که آموزش متعارف چهارساله مهندسی علی رغم مزایا دارای معایبی در جهت درک و حل مسائل روزمره صنعتی است. مهم ترین ایراد های دانش آموختگان مهندسی در آمریکا بدین شرح عنوان شده است [۹]: نبود مهارت های مورد نیاز در روابط عمومی و ارتباطات، کمبود مهارت های کار گروهی، نبود درک لازم از عوامل مؤثر در تصمیم گیری و رای عوامل فنی و مهندسی، نداشتن نگاه کلی به پروژه و دوری گزیدن از جزئی نگری در اجرای پروژه و

در یک کلام نداشتن حس مدیریت و نبود درک اقتصادی و تجاری از فعالیت‌های مهندسی. از جمله موارد دیگر که دانشگاه‌های دنیا در سال‌های اخیر به آن پرداخته‌اند، جهانی شدن اقتصاد و فناوری است. لذا، اخیراً دانشگاه‌های آمریکا برای رفع نقیصه دانش آموختگان خود در مواجهه با فرایند جهانی شدن هستند. برای مثال تری گوسن و همکاران [۱۰] در پژوهش خود راه‌های فعالیت جهانی دانش آموختگان آمریکا را نشان داده و بحث کرده‌اند. آنها بر این باورند که در آموزش مهندسی لازم است دانش آموختگان قابلیت کار با گروه‌های مهندسی با فرهنگ‌ها و آداب متفاوت را داشته باشند و راهکارهای خود را در این خصوص نشان داده‌اند.

فناوری‌های نو در کلیه زمینه‌ها، روش‌های متعارف و سنتی را دگرگون می‌کند. برای نمونه پیشرفت فناوری اینترنت این تفکر را در اذهان تقویت کرده که نهایت تأثیر خود را بر آموزش متعارف مهندسی به جا خواهد گذاشت. در سال‌های اخیر ابزارهای آموزشی مهندسی متکی بر اینترنت توسعه پیدا کرده است که به دلیل دارا بودن توانایی بالای تصویرسازی می‌توان امید داشت، درک مفاهیم پیچیده مهندسی آسان‌تر و همچنین، طراحی تجهیزات پیچیده مهندسی قابل درک و برای دانشجویان جذاب شود. پیش بینی می‌شود که استفاده از چنین شیوه‌هایی در طراحی مهندسی به ویژه در مهندسی مکانیک در سال‌های آینده هم در آموزش مهندسی و هم در کار آموزی در صنایع رواج بیشتری یابد [۱۱]، بنابراین، ایجاد آزمایشگاه‌ها مجازی امری بدیهی در سال‌های آینده است. که البته، شبیه سازهای مستقل به منظور به تصویر کشیدن مسائل مهندسی نیز از جمله مسائل مورد توجه هستند. از این جمله پژوهش اس-کی شاتورودی و او آکان^۱، ۲۰۰۶ است که به معرفی شبیه سازی موج ضربه در شیوره‌ها و وسایل پرنده و دیگر موضوعات مهندسی پرداخته است [۱۲]. یا ایجاد گرایشها و یا زمینه‌های جدید در مهندسی مکانیک نظیر مکاترونیک [۱۳]، نانو و بیو مکانیک و...، تمام این فعالیت‌ها نشان دهنده این است که

مهندسی مکانیک در حال تحول است. لازم است دانشگاه‌های ایران در زمینه‌ها و تخصص‌های نو فعالیت همه‌جانبه‌ای را آغاز کنند.

مقاله حاضر تلاشی در راستای رسیدن به یک برنامه آموزشی نوین، به روز و متحول در زمینه آموزش مهندسی مکانیک است. به همین منظور، یک نمونه آماری شامل تعدادی از دانشگاه‌های دنیا انتخاب شده است. در تعیین نمونه آماری سعی شد تا از دانشگاه‌های کشوری با سطح تولید علم قابل قبول استفاده شود. سپس، مأموریت‌ها و اهداف این دانشگاه‌ها با دانشگاه‌های کشور که در این بررسی دانشکده مهندسی مکانیک دانشگاه صنعتی امیرکبیر به عنوان دانشگاه مبنای کشور در نظر گرفته شده، مقایسه شده است، شایان ذکر است که در این مقاله مقایسه تنها بر روی رشته مهندسی مکانیک متمرکز شده است. امید است که در آینده مطالعه مشابهی بر روی گرایش مهندسی مکانیک (ساخت و تولید) نیز صورت پذیرد. همچنین، در قدم بعد، مقررات و برنامه آموزشی شامل طول مدت تحصیل، تعداد واحد و محتوای دروس با یکدیگر مقایسه شده اند. این مقایسه می‌تواند گامی در جهت تکمیل و به روز نگه داشتن برنامه آموزشی دانشکده‌های مهندسی مکانیک در کشور تلقی شود. البته، تطبیق نیازهای صنعتی کشور با برنامه آموزشی امر مهم دیگری است که در این مقاله به آن پرداخته نشده است. زیرا همسویی نیازها به شناخت استراتژی صنعتی کشور و اطلاع از مسیر توسعه صنعتی در کشور نیازمند است که اطلاعات روشنی، حداقل در مجلات و گزارش‌ها در دسترس همگان، وجود ندارد، بدیهی است جمع‌آوری اطلاعات در این زمینه کار متمرکز زیادی را طلب می‌کند. امید است این قدم سرآغاز حرکت مداوم و مستمر در مسیر حرکت به سوی آموزشی متحول در زمینه مهندسی مکانیک باشد.

۲. اولویت‌ها و محدودیت‌های نحوه انتخاب دانشگاه‌های برگزیده

نخستین گام برای بررسی ساختار آموزش کارشناسی مهندسی مکانیک در ایران تعیین شاخص‌های مقایسه است. بر این اساس، در ابتدا مجموعه‌ای از معیارهای اولیه برای انتخاب نمونه آماری در نظر گرفته شد که از مهم‌ترین آنها به انتخاب دانشگاه‌ها از کشورهایی با سطح تولید علم بالا اشاره داشت. نمونه آماری باید از نظر جغرافیایی و علمی دارای جامعیت باشد، زیرا اکتفا کردن به دانشگاه‌هایی که در یک بازه رتبه‌بندی قرار دارند، دقت بررسی آماری را کاهش می‌دهد.

جدول ۱: دانشگاه‌های برگزیده در نمونه آماری

| نام دانشگاه | کشور | حدود رتبه بندی [۱۴] |
|-------------------------|--------|---------------------|
| دانشگاه نیومکزیکو | آمریکا | ۲۵۰-۲۰۰ |
| دانشگاه کلگری | کانادا | ۲۰۰-۱۵۰ |
| دانشگاه جان هاپکینز | آمریکا | ۲۰-۱۰ |
| دانشگاه لایپزیک | آلمان | ۲۲۰-۱۵۰ |
| دانشگاه فناوری ماساچوست | آمریکا | ۵-۱ |
| دانشگاه سانتا باربارا | آمریکا | ۴۰-۳۰ |
| دانشگاه برکلی | آمریکا | ۵-۱ |
| دانشگاه اتاوا | کانادا | ۱۵۰-۱۰۰ |

با در نظر گرفتن مجموعه عوامل دانشگاه استکهلم سوئد^۱، دانشگاه صنعتی و مهندسی بهادین زکریا پاکستان^۲، اکول پلی‌تکنیک فرانسه^۳، دانشگاه صنعتی زوریخ سوییس^۴،

-
- 1 . Stockholm University
 - 2 . Bahauddin Zakariya University
 - 3 . Ecole Polytechnique
 - 4 . Eidgenossische Technische Hochschule Zurich

دانشگاه توکیو ژاپن^۱، دانشگاه نیومکزیکو آمریکا^۲، دانشگاه کلگری کانادا^۳، دانشگاه جان هاپکینز آمریکا^۴، دانشگاه منچستر انگلیس^۵، دانشگاه لپزیگ آلمان^۶، دانشگاه ماساچوست آمریکا^۷، دانشگاه اشتوتگارت آلمان^۸، انستیتو علوم هند^۹، دانشگاه سانتا باربارا آمریکا^{۱۰}، دانشگاه برکلی آمریکا^{۱۱}، دانشگاه صنعتی ییلدیز ترکیه^{۱۲}، دانشگاه تورنتو کانادا^{۱۳}، دانشگاه اتاوا کانادا^{۱۴}، دانشگاه واترلو کانادا^{۱۵} و دانشگاه استنفورد آمریکا^{۱۶} به همراه دانشگاه صنعتی امیرکبیر انتخاب شدند. در گام دوم بر اساس محدودیت‌های موجود معیارهای دیگری در انتخاب نمونه آماری وارد شدند که می‌توان انگلیسی بودن جایگاه، دسترسی راحت به صفحات جایگاه و داشتن اطلاعات کامل در باره برنامه‌ریزی و واحدهای درسی را نام برد. در نهایت، دانشگاه‌های نیومکزیکو آمریکا، کلگری کانادا، جان هاپکینز آمریکا، دانشگاه ماساچوست آمریکا، سانتا باربارا آمریکا، لپزیگ آلمان، دانشگاه اتاوا کانادا و برکلی آمریکا در فهرست نهایی نمونه آماری قرار گرفتند. نام این دانشگاه‌ها به همراه رتبه آنها در جدول ۱ آورده شده است.

-
- 1 . Tokyo University
 - 2 . New Mexico University
 - 3 . Calgary University
 - 4 . Johns Hopkins University
 - 5 . Manchester University
 - 6 . Leipzig University
 - 7 . Massachusetts Institute of Technology
 - 8 . Universität Stuttgart
 - 9 . Indian Institute of Science
 - 10 . University of California , Santa Barbara
 - 11 . University of California , Berkeley
 - 12 .Yıldız Technical University
 - 13 . Toronto University
 - 14 . Ottawa University
 - 15 . Waterloo University
 - 16 . Stanford University

۳. بررسی اهداف، ساختار و شرایط پذیرش دانشجو و نحوه

دانش آموختگی

مقایسه اهداف و مأموریت‌ها

شناخت اهداف و مأموریت‌های مراکز آموزش عالی و مقایسه اهداف آنها امر مهمی است. از این رو، در گام بعدی به بررسی اهداف و دیدگاه دانشگاه‌های برگزیده پرداخته شد. فراهم آوردن امکانات مناسب برای تعلیم و تربیت بهتر و مؤثرتر موضوعی است که به عنوان هدف اولیه و اساسی همه دانشگاه‌ها برگزیده شده است. ولی اهداف ثانویه دیگری هم در برخی دانشگاه‌ها مطرح می‌شود که وجه تمایز دیدگاه آنها را در تربیت دانشجو مشخص می‌کند. این اهداف ثانویه ابزارهای رسیدن به هدف اولیه را میسر می‌کند. مهم‌ترین اهداف ثانویه ای که سایر دانشگاه‌ها اختیار کرده اند به این شرح است:

- ۱- تقویت روح کارآفرینی در دانشجویان (دانشگاه سانتا باربارا) [۱۵]؛
- ۲- فراهم آوردن زمینه تحقیق بر روی آخرین دستاوردهای مهندسی (دانشگاه سانتا باربارا) [۱۵]؛
- ۳- تربیت مدیران آینده جامعه در صنعت، دولت و اجتماع (دانشگاه ماساچوست) [۱۶]؛
- ۴- سعی در برقراری ارتباط با صنعت و دانشگاه برای پیشبرد علم و فناوری (دانشگاه اتاوا) [۱۷]؛
- ۵- دانشجو محوری، حمایت از دانشجویان با پشتیبانی از طرحهای تحقیقاتی و فراهم آوردن امکانات لازم (دانشگاه اتاوا) [۱۷]؛
- ۶- تقویت حس کار گروهی در دانشجویان و گسترش توانایی انجام دادن کار گروهی با افراد دارای فرهنگها و عقاید مختلف (دانشگاه نیومکزیکو) [۱۸]؛

- ۷- تربیت افراد با درک اجتماعی و سیاسی بالا (دانشگاه نیومکزیکو) [۱۸]؛
- دانشگاه صنعتی امیر کبیر در جایگاه خود در شبکه اینترنت، به نقل از رئیس دانشگاه، هدف آموزش و پژوهش را در این دانشگاه چنین بیان کرده است که دانشگاه صنعتی امیر کبیر جایی است که دستاوردهای تکنولوژیکی با استفاده از فرصت‌های تحقیقاتی و آموزشی در سایه اخلاق انسانی ترویج می‌شود. [۱۹]
- در سال‌های گذشته، در برنامه‌ریزی آموزشی مصوب شورای عالی برنامه‌ریزی برای دوره کارشناسی مهندسی مکانیک در طراحی جامدات، حرارت و سیالات و ساخت و تولید اهداف هر یک از دوره‌ها چنین آورده شده است:
- از اهداف مهندسی مکانیک گرایش طراحی جامدات، به کارگیری علوم و فناوری برای طرح و محاسبه اجزا و مکانیزم‌های ماشین آلات گوناگون در سطح کارشناسی است، به صورتی که دانش آموختگان قادر به انجام دادن طراحی اجزا، مکانیزم‌های ماشین آلات کشاورزی، راه سازی، خودروسازی، نساجی و نظامی و سایر ماشین آلات تولیدی کارخانه‌های مختلف باشند. [۱]
 - از اهداف مهم مهندسی مکانیک حرارت سیالات کسب توانایی طراحی و محاسبه اجزای مجموعه‌هایی است که اساس کار آنها مبتنی بر تبدیل انرژی و انتقال حرارت و جرم است. آموزش در این بخش به نحوی است که دانش آموختگان آمادگی کار در صنایع مختلف مهندسی مکانیک در زمینه حرارت و سیالات نظیر نیروگاه‌ها، واحدهای طراحی و بهره‌برداری موتورهای احتراق داخلی، توربین‌های گاز و موتور جت و تأسیسات حرارتی و برودتی را داشته باشند و مسئولیت طراحی و محاسبات طرحها را عهده دار شوند [۲].
 - هدف دوره مهندسی مکانیک (ساخت و تولید) تربیت کارشناسانی است که فناوری مربوط به ماشین‌ابزار، ابزارسازی، ریخته‌گری، جوشکاری و شکل دهی فلزات را فراگیرند و بتوانند آمادگی لازم در زمینه ساخت و تولید ماشین آلات صنعتی را کسب کنند [۳].

روشن است که دانشگاه‌ها نیازمند تعاریف جامع‌تر و دقیق‌تر از اهداف آموزش خود در جامعه کنونی هستند و دانشگاه‌های دنیا اهداف فراگیر و کامل‌تری برای رسالت خود در نظر گرفته‌اند. اکنون که وظیفه برنامه‌ریزی آموزشی به دانشگاه‌های صاحب هیئت ممیزه واگذار شده است، لازم است این دانشگاه‌ها هر کدام با توجه به توانایی‌های خود اهداف اصلی خود را از تربیت مهندسان تدوین و فعالیت خود را حول دستیابی به آن اهداف متمرکز کنند.

۴. چگونگی پذیرش و دانش آموختگی

در دانشگاه‌های سانتا باربارا، نیومکزیکو، جان‌هاپکینز، لیپزیک و صنعتی امیرکبیر دانشکده مستقل مهندسی مکانیک وجود دارد. در بقیه دانشگاه‌های مورد بررسی گروه مهندسی مکانیک به عنوان زیر شاخه‌ای از دانشکده مهندسی محسوب می‌شود.

۵. نحوه ورود به دوره کارشناسی

بدیهی است توانایی علمی دانشجویان باعث رشد و ارتقای فعالیت‌های آموزشی دانشگاه خواهد شد. بنابراین، توجه به نحو‌گزینش علمی دانشجویان در بدو ورود در برنامه‌ریزی آموزشی بسیار مهم است. شرایط ورودی به دوره کارشناسی مهندسی مکانیک برای دانشگاه‌های برگزیده در جدول ۲ گردآوری شده است.

۶. نحوه دانش آموختگی در دوره کارشناسی

شرایط فراغت از تحصیل و طول دوره و دروس مورد نیاز و همچنین، گرایش‌های هر یک از دانشگاه‌ها در جدول ۳ آورده شده است. نظر به اینکه طول مدت دوره‌های تحصیلی در دانشگاه‌های مختلف متفاوت است، در برخی از دانشگاه‌ها در یک سال تحصیلی دو

نیسمال تحصیلی و در پاره ای سه دوره تحصیلی و حتی چهار دوره تحصیلی تدارک دیده می‌شود. از این رو، تعداد واحد های مورد نیاز برای فراغت از تحصیل در دانشگاه های نمونه متفاوت هستند.

جدول ۲: نحوه ورود به دوره کارشناسی

| ردیف | دانشگاه | شرایط عمومی ورود | کنکور ورودی | زبان |
|------|------------|--|--|---|
| ۱ | سانتابارا | <p>۱- هر سال پس از دریافت مدارک و سوابق آموزشی متقاضیان ممتاز در مورد تدوین معیار گزینش تصمیم گیری می‌شود.</p> <p>۲- نمرات ریاضی دوره دبیرستان از اهمیت خاصی برخوردارند.</p> <p>۳- برتری در فعالیت های فوق برنامه درسی و ورزش، کسب جوایز و لوح های تقدیر از اهمیت بسیاری برخوردار است.</p> | <p>۱- آزمون اول شامل ریاضیات، مقاله خوانی و مقاله نویسی.</p> <p>۲- آزمون دوم ویژه رشته های مهندسی</p> | کسب حداقل نمره ۵۸۰ در آزمون تافل |
| ۲ | کلگری [۲۰] | <p>۱- داشتن حداقل ۱۲ سال تحصیل و همچنین، نمرات قابل قبول در واحدهای مشخص شده توسط استادان.</p> <p>۲- ارائه سوابق تحصیلی نیز ضروری است.</p> | <p>۱- بخش اول عمومی است و داوطلبان باید نمره معینی را کسب کنند تا اجازه شرکت در بخش دوم را پیدا کنند.</p> <p>۲ - بخش دوم مرتبط با زمینه تخصصی رشته مورد نظر است.</p> | کسب حداقل نمره ۵۶۰ در آزمون تافل و یا کسب حداقل نمره ۷ در آی التس |

ادامه جدول شماره ۲

| ردیف | دانشگاه | شرایط عمومی ورود | کنکور ورودی | زبان |
|------|-------------|---|---|---|
| ۳ | ام آی تی | ۱- اطلاعات مربوط به آزمون‌ها، فعالیت‌ها و مقالات. ۲- ارائه فرم ارزیابی توسط دو دبیر ^۱ . این فرم شامل دو ارزیابی است که یکی توسط یک دبیر ریاضی یا علوم و دیگری توسط یک دبیر علوم انسانی، علوم اجتماعی یا زبان تکمیل می‌شود. ۳- مصاحبه حضوری. | شرکت در آزمون استاندارد ^۲ | حداقل نمره قابل قبول آزمون تافل ۶۰۰ و برای آزمون تافل بر پایه کامپیوتر ۲۵۰ است. |
| ۴ | اتاوا | متأسفانه توضیحات کافی در سایت اینترنتی این دانشگاه یافت نشد. | | |
| ۵ | لیپزیگ [۲۱] | ۱- داوطلبانی که در یکی از مراکز آموزشی اتحادیه اروپا امتحان داده و نمره لازم برای ورود به دوره کارشناسی آن موسسه را کسب کرده باشند، می‌توانند مستقیماً پذیرش شوند. در صورتی که این نمره پایین تر از حد مجاز باشد، متقاضی باید در یک امتحان ورودی شرکت کند. ۲- مدارک پایان دوره دبیرستان. | متقاضیان خارج از اروپا باید در آزمون ورودی نیز شرکت کنند. | مدارک معتبری مبنی بر تسلط کافی به زبان آلمانی مورد نیاز است. |

ادامه جدول شماره ۲

| زبان | کنکور ورودی | شرایط عمومی ورود | دانشگاه | رتبه |
|--|-------------|------------------|---------------------|------|
| مدرک زبان مورد نیاز، تافل کتبی ^۱ با نمره ۶۰۰، تافل بر مبنای کامپیوتر ^۲ با نمره ۲۵۰ و تافل بر مبنای اینترنت ^۳ با نمره ۱۰۰ است. | - | - | جان هاپکینز [۲۲] | ۶ |
| مدرک زبان قابل قبول، تافل کتبی با حداقل نمره ۶۰۰ است. | - | - | نیومکزیکو | ۷ |

-
- 1 . Paper Based TOEFL
 - 2 . Computer Based TOEFL
 - 3 . Internet Based TOEFL

ادامه جدول شماره ۲

| ش.ع | دانشگاه | شرایط عمومی ورود | کنکور ورودی | زبان |
|-----|----------------|--|--------------|---|
| ۸ | برکلی [۲۳] | درخواست تحصیل در این دانشگاه با تکمیل فرم مربوط و ارسال آن به همراه مدارک صورت می گیرد. | - | متقاضیان غیرانگلیسی زبان ملزم به ارائه یکی از مدارک تافل یا آی اتس هستند. |
| ۹ | صنعتی امیرکبیر | متقاضیانی که بیشترین نمره را در آزمون سراسری ورودی به دانشگاه های دولتی کسب کرده اند، پذیرفته می شوند. | کنکور سراسری | - |

جدول ۳: مقایسه تفکیک گرایش‌ها و نحوه فراغت از تحصیل در مقطع کارشناسی
مهندسی مکانیک دانشگاه‌های منتخب

| ردیف | دانشگاه | گرایش‌ها | نحوه فارغ التحصیل شدن |
|------|-------------------|---------------|--|
| ۱ | صنعتی امیرکبیر | مهندسی مکانیک | گذراندن ۱۴۰ واحد درسی، ۲۸ واحد دروس پایه، ۶۱ واحد دروس اصلی، ۱۹ واحد دروس تخصصی و اختیاری ۲۰ واحد عمومی و ۳ واحد پروژه طول دوره ۴ سال |
| ۲ | سانتا باربارا | جامدات | موفقیت در ۱۸۳ واحد ۲۸ تا ۳۰ واحد دروس پایه و ۱۵۵ تا ۱۵۳ واحد دروس پیشرفته به همراه پروژه طول دوره ۴ سال (۱۲ ترم) |
| | | سیالات | |
| ۳ | برکلی | - | گذراندن ۱۲۰ واحد ۳۱ واحد درس پایه، ۴۲ واحد درس اصلی، ۲۹ واحد درس اختیاری، ۱۸ واحد عمومی و ارائه پروژه الزامی نیست طول دوره ۴ سال (۸ ترم) |

ادامه جدول ۳

| ردیف | دانشگاه | گرایش‌ها | نحوه فارغ التحصیل شدن |
|------|-----------|-------------------------------------|---|
| ۴ | لیپزیگ | - | گذراندن ۱۸۰ واحد ۹۰ واحد دروس پایه و عمومی و ۹۰ واحد دروس تخصصی (۲۰ واحد اجباری، ۴۲ واحد اختیاری، ۱۵ واحد کارآموزی و ۱۳ واحد پروژه) طول دوره ۳ سال |
| ۵ | جان | کارشناسی مهندسی مکانیک ^۱ | گذراندن ۱۲۸ واحد ۲۳ واحد ریاضی، ۱۷ واحد علوم پایه شامل فیزیک و شیمی و آزمایشگاه آنها، ۲۶ واحد درس اصلی، ۸ واحد طراحی ۱۸ واحد اختیاری، ۶ واحد اختصاصی و ۱۸ واحد عمومی طول دوره ۴ سال |
| | هاپکینگنر | کارشناسی مکانیک مهندسی ^۲ | گذراندن ۱۲۸ واحد ۱۹ واحد ریاضی، ۱۴ واحد علوم (فیزیک و شیمی و آزمایشگاه آنها)، ۲۱ واحد عمومی، ۴۸ واحد دروس اصلی، ۸ واحد طراحی، ۹ واحد اختیاری و ۹ واحد اختصاصی طول دوره ۴ سال |

-
1. Mechanical Engineering
 2. Engineering Mechanics

ادامه جدول ۳

| ردیف | دانشگاه | گرایش‌ها | نحوه فارغ التحصیل شدن |
|------|------------|------------------------------------|---|
| ۶ | نیو مکزیکو | - | گذراندن ۱۳۰ واحد ۳۵ واحد درس پایه، ۶۱ واحد درس اصلی و ۳۴ واحد اختصاصی طول دوره ۴ سال |
| ۷ | ماساچوست | کارشناسی مکانیک | موفقیت در ۱۵۲ واحد ۳۰ واحد درس پایه، ۱۲۰ واحد درس اصلی و ۲ واحد درس اختیاری |
| | | کارشناسی مکانیک و مکانیک دریایی | |
| | | کارشناسی مهندسی (عمومی) | |
| ۸ | کلگری | نفت | گذراندن ۴۵ درس ۳۴ درس اجباری که ۱۰ تا پایه است، ۵ درس تکمیلی و ۵ درس اختیاری و پروژه ندارد طول دوره ۴ سال (۸ ترم) |
| | | مکاترونیک | گذراندن ۴۴ درس ۳۸ درس اجباری که ۱۰ تا پایه است، ۵ درس تکمیلی و ۲ درس اختیاری و پروژه ندارد طول دوره ۴ سال (۸ ترم) |

ادامه جدول ۳

| ردیف | دانشگاه | گرایش‌ها | نحوه فارغ التحصیل شدن |
|------|---------|---|--|
| ۹ | اتاوا | مهندسی مکانیک | تعداد واحد های لازم ۱۳۲ واحد ۲۷ واحد دروس علوم پایه، ۷۸ واحد دروس اصلی، ۶ واحد دروس تخصصی اختیاری، پروژه ۶: و ۱۵ واحد دروس عمومی. طول دوره ۴ سال (۸ ترم) |
| | | کارشناسی در مهندسی مکانیک و کارشناسی در فناوری محاسبات ^۱ | تعداد واحد های لازم ۱۶۲ واحد ۲۷ واحد دروس علوم پایه ، ۱۰۸ واحد دروس اصلی ۶ واحد دروس تخصصی اختیاری، پروژه ۶: و ۱۵ واحد دروس عمومی طول دوره ۵ سال (۱۰ ترم) |
| | | کارشناسی در مدیریت مهندسی مکانیک و کارآفرینی ^۲ | تعداد واحد های لازم ۱۳۲ واحد ۲۷ واحد دروس علوم پایه، ۷۸ واحد دروس اصلی ۶ واحد دروس تخصصی اختیاری و پروژه ۶: و ۱۵ واحد دروس عمومی طول دوره ۴ سال (۸ ترم) |

1 . BAsc in Mechanical Engineering and Bsc in Computing Technology
2 . Engineering Management and Entrepreneurship Option

۷. مقایسه محتوای دروس دوره کارشناسی

در بررسی دروس دوره کارشناسی دانشکده مکانیک دانشگاه‌های مختلف، دروس ارائه شده در دانشگاه صنعتی امیرکبیر به عنوان دروس مبنا مد نظر قرار گرفت تا برنامه آموزشی دانشگاه‌ها با یک مبنای یکسان مورد مقایسه قرار گیرند. دروس کارشناسی را می‌توان به ۶ دسته کلی دروس پایه، اصلی، تخصصی، اختیاری، آزمایشگاهها و کارگاهها تقسیم کرد که البته، در بیشتر دانشگاه‌ها تعدادی دروس عمومی وجود دارد که تعداد واحدهای آن دروس در جدول ۳ آورده شده است.

۸. دروس پایه

در دانشگاه صنعتی امیرکبیر بخشی از دروس پایه مروری بر دانسته‌های قبلی و بخشی دیگر بر پایه تقویت ریاضیات و فیزیک دانشجویان استوار است. این دروس از دروس ریاضی ۱ و ۲، معادلات دیفرانسیل، محاسبات عددی، برنامه نویسی کامپیوتر، فیزیک ۱ و ۲، شیمی عمومی و نقشه کشی تشکیل شده است.

در اکثر دانشگاه‌های موجود دروس ریاضی ۱ و ۲ و معادلات دیفرانسیل به عنوان دروسی مستقل، مانند دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ارائه می‌شود. سرفصل‌های این دروس نیز همانند سرفصل‌های ارائه شده در دانشگاه صنعتی امیرکبیر است. این در حالی است که در اکثر دانشگاه‌های مورد بررسی، درسی با عنوان ریاضی ۳ ارائه می‌شود که سرفصل‌های مرتبط به این درس بسته به دانشگاه یا منطبق بر درس محاسبات عددی یا درس آمار و احتمال است. در دانشگاه لپزیگ جمعاً ۱۲ واحد ریاضی با عنوان ریاضیات پیشرفته ارائه می‌شود، لیکن به محتوای این دروس اشاره ای نشده است. در دانشگاه برکلی جمعاً ۱۶ واحد ریاضی ارائه می‌شود.

دروس فیزیک و شیمی عمومی به جز دانشگاه ماساچوست در تمام دانشگاه‌های مورد بررسی به عنوان دروس پایه ارائه می‌شوند. تعداد واحد اختصاص یافته به هر یک از دروس بین ۲ تا ۴ واحد است.

درس برنامه نویسی کامپیوتر نیز بجز دانشگاه ماساچوست در سایر دانشگاه‌ها به صورت یک درس پایه ارائه می‌شود. تعداد واحد در نظر گرفته شده برای این درس عموماً ۳ واحد است. فقط در دانشگاه لیپزیگ این درس ۲ واحدی ارائه می‌شود. زبان برنامه نویسی در دانشگاه سانتاباربارا زبان سی^۱ است. در دانشگاه کلگری به زبان‌های برنامه نویسی اشاره نشده است. ولی با توجه به محتوای درس‌های ارائه شده در این دانشگاه نرم افزارهایی مانند سی و فرترن و نقشه‌کشی به کمک کامپیوتر^۲ را باید دانشجویان فرا بگیرند.

در دانشگاه‌های جان هاپکینز و نیومکزیکو در مورد نحوه ارائه این درس اطلاعی حاصل نشد.

1 . C Programming

2 . CAD

جدول ۴: مقایسه دروس پایه دانشگاه صنعتی امیرکبیر با دانشگاه‌های نمونه آماری

| دروس پایه | صنعتی امیرکبیر | ماسچوست | آلوا | نیو مکزیکو | لایپزیک | هایکینز | پزکلی | ساتانابارا | کلگری |
|-------------------------|----------------|---------|------|------------|---------|---------|-------|------------|-------|
| ۱ ریاضی (۱) | √ | √ | √ | √ | - | √ | √ | - | - |
| ۲ ریاضی (۲) | √ | √ | √ | √ | - | √ | √ | - | - |
| ۳ معادلات دیفرانسیل | √ | √ | √ | √ | - | √ | √ | √ | √ |
| ۴ محاسبات عددی | √ | √ | √ | √ | - | √ | √ | √ | √ |
| ۵ فیزیک (۱) | √ | - | √ | √ | √ | √ | √ | - | - |
| ۶ فیزیک (۲) | √ | - | √ | √ | √ | √ | √ | - | - |
| ۷ شیمی | √ | - | √ | √ | √ | √ | √ | - | √ |
| ۸ برنامه نویسی کامپیوتر | √ | - | √ | √ | √ | √ | √ | √ | - |
| ۹ نقشه کشی | √ | - | - | - | √ | - | √ | √ | √ |

√ ارائه دروس

- عدم ارائه

با مراجعه به جدول ۴ ملاحظه می‌شود که توجه تقریباً یکسانی به دروس علوم پایه در کلیه دانشگاه‌های دنیا وجود دارد. شاید بازبینی در این بخش تنها به روز آمد کردن محتوای دروس و ارائه سرفصلهای مناسب تر در این دروس محدود باشد. البته، با توجه به رشد چشمگیر نرم افزارهای محاسبات عددی و حتی برنامه نویسی کامپیوتر بازبینی این دروس ضروری است.

۹. دروس اصلی

دروس اصلی در دانشگاه صنعتی امیرکبیر شامل استاتیک، دینامیک، مقاومت مصالح ۱ و ۲، ترمودینامیک ۱ و ۲، سیالات ۱ و ۲، کنترل اتوماتیک، ارتعاشات، مبانی برق ۱ و ۲ و علم مواد است. در اکثر دانشگاه‌ها درس استاتیک به عنوان اولین درس مهندسی مکانیک در

نظر گرفته می‌شود. این درس در برخی از دانشگاه‌ها به صورت مستقل و در پاره ای به همراه درس دینامیک یا مقاومت مصالح ارائه می‌شود. تعداد واحد این درس در دانشگاه‌های مورد بررسی از ۲ تا ۴ واحد است.

در تمام دانشگاه‌ها درس دینامیک تدریس می‌شود. تعداد واحدهایی این درس ۳ تا ۴ واحد است. این در حالی است که در دانشگاه صنعتی امیرکبیر درس دینامیک به صورت دو درس ۳ واحدی و ۲ واحدی و به همراه درس دینامیک ماشین ۳ واحدی ارائه می‌شود. درس مقاومت مصالح در دانشگاه‌های مورد بررسی به دو صورت ارائه می‌شود: در حالت اول درس مقاومت مصالح به عنوان یک درس ۳ واحدی ارائه می‌شود و در صورت دوم درس مقاومت مصالح مانند دانشگاه صنعتی امیرکبیر به صورت دو درس ۳ واحدی تدریس می‌شود.

برای دروس سیالات و ترمودینامیک نیز وضع بر همین منوال است. در بعضی از دانشگاه‌ها این دروس به صورت یک درس ۳ واحدی ارائه می‌شود و دروس ترمودینامیک و سیالات ۲ به صورت یک درس اختیاری یا تخصصی ارائه می‌شوند. در بعضی دیگر از دانشگاه‌ها مانند دانشگاه صنعتی امیرکبیر دروس ترمودینامیک ۱ و ۲ به صورت دو درس مستقل ۳ واحدی و جزء دروس اصلی ارائه می‌شود.

درس مبانی برق نیز به دو صورت در این دانشگاه‌ها ارائه می‌شود: تعداد واحد‌های این درس از ۴ تا ۸ واحد در دانشگاه‌های مورد بررسی ارائه می‌شود و این در حالی است که در دانشگاه صنعتی امیرکبیر این درس به صورت دو درس ۳ واحدی ارائه می‌شود.

مجموعه ای از نکات ضروری در ارائه دروس اصلی بدین صورت خلاصه شده است. در دانشگاه برکلی دروس مقاومت مصالح، ترمودینامیک، سیالات و طراحی اجزاء هر کدام به صورت یک درس ۳ واحدی ارائه می‌شود. این در حالی است که درس مبانی برق به صورت یک درس ۴ واحدی ارائه می‌شود. درس سیالات در این دانشگاه به صورت یک درس ۳ واحدی ارائه می‌شود و درس سیالات ۲ به عنوان یک درس تخصصی ارائه می‌شود.

جدول ۵: مقایسه دروس اصلی دانشگاه صنعتی امیر کبیر با نمونه آماری

| دروس اصلی | صنعتی امیر کبیر | ماساچوست | اتاوا | نیومکزیکو | لایپزیک | هاینر | توچی | سانتا باربارا | کلگری |
|-----------------|-----------------|----------|-------|-----------|---------|-------|------|---------------|-------|
| ۱ استاتیک | ✓ | - | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| ۲ دینامیک | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| ۳ دینامیک ماشین | ✓ | - | ✓ | - | ✓ | - | - | ✓ | ✓ |
| ۴ مقاومت ۱ | ✓ | - | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| ۵ طراحی اجزا | ✓ | ✓ | ✓ | - | ✓ | - | ✓ | ✓ | ✓ |
| ۶ علم مواد | ✓ | - | ✓ | - | ✓ | - | ✓ | ✓ | ✓ |
| ۷ مبانی برق | ✓ | - | - | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| ۸ کنترل | ✓ | ✓ | ✓ | - | ✓ | - | - | ✓ | ✓ |
| ۹ ارتعاشات | ✓ | ✓ | ✓ | - | ✓ | - | - | ✓ | ✓ |
| ۱۰ ترمودینامیک | ✓ | ✓ | ✓ | - | ✓ | - | ✓ | ✓ | ✓ |
| ۱۱ سیالات | ✓ | ✓ | ✓ | - | ✓ | - | ✓ | ✓ | ✓ |
| ۱۲ انتقال حرارت | ✓ | ✓ | ✓ | - | - | - | ✓ | ✓ | ✓ |

✓ ارائه دروس

- عدم ارائه

در دانشگاه ماساچوست درس مقاومت مصالح و استاتیک به صورت مجزا ارائه نمی‌شود. درس طراحی اجزا به شیوه‌های مختلفی ارائه می‌شود، مثلاً در بعضی از دانشگاه‌ها فقط یک درس با این عنوان مطرح می‌شود. در عین حال، در دانشگاه نیومکزیکو ۱۵ واحد درسی در قالب ۵ درس طراحی ارائه می‌شود. در دانشگاه صنعتی امیر کبیر درس طراحی اجزاء به صورت دو درس ۳ واحدی ارائه می‌شود. درس علم مواد نیز به عنوان درس دیگری از سری دروس اصلی در دانشگاه‌های مختلف ۳ تا ۸ واحد را به خود اختصاص می‌دهد. در مورد این درس در دانشگاه ماساچوست اطلاعاتی حاصل نشد.

دروس کنترل اتوماتیک و ارتعاشات از دروسی هستند که در دانشگاه صنعتی امیرکبیر به صورت دو درس جداگانه ارائه می‌شود. تعداد واحدهای این دو درس در این دانشگاه به صورت دو درس ۳ واحدی است و تعداد واحدهای این دروس در دیگر دانشگاه‌های مورد بررسی ۳ تا ۴ واحد است.

همان گونه که گفته شد، در جدول ۵ عناوین دروس اصلی در دانشکده‌های برگزیده مهندسی مکانیک مقایسه شده‌اند. مشاهده می‌گردد که سازگاری مناسبی بین دروس تخصصی ارائه شده در دانشکده مهندسی مکانیک دانشگاه صنعتی امیرکبیر با دروس سایر دانشگاه‌ها وجود دارد. ولی در هر، حال به نظر می‌رسد بازبینی در سرفصل دروس و به روز ساختن محتوا و احتمالاً ادغام دروس یا ارائه راهکارهای مناسب تر برای اجرا و ارائه هماهنگی دروس در دانشکده مهندسی مکانیک دانشگاه صنعتی امیرکبیر از جمله مواردی هستند که لازم است در آینده بیشتر به آنها توجه شود.

۱۰. دروس تخصصی

در مورد دروس اختیاری و تخصصی نیز دروس تخصصی دانشگاه صنعتی امیرکبیر مورد استناد قرار گرفتند. این دروس در دانشکده مهندسی مکانیک این دانشگاه در ۵ سبد تخصصی قدرت و نیروگاه، تأسیسات حرارتی و برودتی، سیستم‌های دینامیکی و کنترل، مکانیک جامع و طراحی و ساخت دسته بندی شده‌اند.

در هر سبد مجموعه‌ای از دروس ویژه مربوط به سبد و همچنین، مجموعه‌ای از دروس مشترک بین سبدهای مختلف وجود دارد. تقسیم بندی‌های مشابه در سایر دانشگاه‌های دنیا نیز دیده می‌شود، برای مثال در دانشگاه ماساچوست این تقسیم بندی را می‌توان به صورت طراحی، پلیمر، مهندسی پزشکی، ساخت و تولید، مکانیک آماری، انتقال حرارت، سیستم‌های قدرت و انرژی، دینامیک، اکوستیک و کنترل بیان کرد.

همچنین، این دسته بندی در دانشگاه کلگری به صورت گرایش نفت و گرایش مکاترونیک است. در دانشگاه برکلی دروس تخصصی تقسیم بندی خاصی ندارد و

دانشجویان در سال آخر باید ۴ واحد درس اختیاری از علوم پایه، ۹ واحد درس اختیاری مهندسی مکانیک، ۳ واحد درس تخصصی یا اختیاری از سایر رشته‌های مهندسی و ۱۳ واحد درس کاملاً اختیاری از هر رشته‌ای را انتخاب کنند. دروس اختیاری تخصصی در دانشگاه برکلی شامل زمینه‌های مکانیک کاربردی^۱، کنترل اتوماتیک^۲، سیستم‌های الکترومکانیکی^۳، نگهداری انرژی^۴، انتقال حرارت^۵، مکانیک سیالات^۶، سیستم‌های ساخت^۷، طراحی اجزا^۸، رباتیک و اتوماسیون^۹، بیو مکانیک^{۱۰}، مهندسی محیط زیست^{۱۱} است. در دانشگاه لیزینگ ۴ واحد مدیریت تجاری^{۱۲} نیز ارائه می‌شود.

جدول ۶: مقایسه دروس تخصصی دانشگاه امیر کبیر با نمونه آماری

| دروس تخصصی | صنعتی امیر کبیر | ساتنا باربارا | کلگری | هالکینز | لایپزینگ | نیو مکزیکو | اقوا | ماساچوستس |
|---------------------------------------|-----------------|---------------|-------|---------|----------|------------|------|-----------|
| طراحی مکانیزم ^{۱۳} | ✓ | ✓ | ✓ | - | - | - | - | - |
| طراحی سیستم کنترل صنعتی ^{۱۴} | ✓ | ✓ | ✓ | - | - | - | * | ✓ |
| طراحی سیستم شاسی و بدنه ^{۱۵} | ✓ | - | - | - | - | - | - | - |

- 1 . Applied Mechanics
- 2 . Automatic Control
- 3 . Electrochemical Systems
- 4 . Energy Conversion
- 5 . Heat Transfer
- 6 . Fluid Mechanics
- 7 . Manufacturing Systems
- 8 . Mechanical Design
- 9 . Robotics & Automation
- 10 . Bioengineering
- 11 . Environmental engineering
- 12 . Business Administration
- 13 . Mechanism Design
- 14 . Industrial Control System Design
- 15 . Automotive Chassis Design

| دروس تخصصی | صنعتی امیرکبیر | ساتنابارا | کلگری | هاپکیز | لایزینگ | نیو مکزیکو | اتاوا* | ماساچوست |
|--|----------------|-----------|-------|--------|---------|------------|--------|----------|
| رباتیک ^۱ | ✓ | ✓ | ✓ | - | ✓ | - | * | ✓ |
| مکاترونیک ^۲ | ✓ | - | ✓ | - | ✓ | - | * | - |
| کاربرد هیدرولیک و سیستم های بادی ^۳ | ✓ | - | - | - | ✓ | - | - | - |
| دینامیک پیشرفته ^۴ | ✓ | - | - | - | - | - | * | - |
| دینامیک خودرو ^۵ | ✓ | - | - | - | - | - | - | - |
| المان محدود ^۶ | ✓ | ✓ | ✓ | - | ✓ | - | * | ✓ |
| آز کنترل اتوماتیک ^۷ | ✓ | - | - | - | - | - | - | - |
| آز رباتیک ^۸ | ✓ | - | - | - | ✓ | - | - | - |
| آز کاربرد هیدرولیک و سیستم های بادی ^۹ | ✓ | - | - | - | - | - | - | - |
| زبان تخصصی ^{۱۰} | ✓ | - | - | - | ✓ | - | - | - |
| مقاومت ^{۱۱} | ✓ | - | - | - | - | - | - | - |
| موتورهای احتراق داخلی ^{۱۲} | ✓ | - | - | - | - | - | - | - |
| مکانیک مواد مرکب ^{۱۳} | ✓ | - | - | - | - | - | * | - |

- 1 . Robotics
- 2 . Mechatronics
- 3 . Pneumatic and Hydraulic Application
- 4 . Advanced Dynamics
- 5 . Automotive Dynamics
- 6 . Finite Element Method
- 7 . Automatic Control Laboratory
- 8 . Robotics Laboratory
- 9 . Pneumatic and Hydraulic Application Laboratory
- 10 . Technical English Language
- 11 . Strength of Materials 3
- 12 . Internal Combustion Engine
- 13 . Mechanics of Composite Materials

| دروس تخصصی | صنعتی امیر کبیر | ساتنابارا | کلگری | هاپکیز | لایزینگ | نیو مکزیکو | اتاوا | ماساچوست |
|-------------------------------------|-----------------|-----------|-------|--------|---------|------------|-------|----------|
| نیروگاه حرارتی ^۱ | ✓ | - | - | - | - | - | - | - |
| توربو ماشین‌ها ^۲ | ✓ | - | ✓ | - | - | - | * | - |
| روش‌های طراحی مهندسی ^۳ | ✓ | ✓ | ✓ | - | - | - | - | - |
| طراحی مبدل‌های حرارتی ^۴ | ✓ | - | - | - | - | - | - | - |
| یاتاقان و روغنکاری ^۵ | ✓ | - | - | - | - | - | - | - |
| روش‌های تولید و کارگاه ^۶ | ✓ | - | ✓ | - | - | - | * | - |
| سوخت و احتراق ^۷ | ✓ | - | ✓ | - | - | ✓ | * | - |
| توربین گاز و موتورجت ^۸ | ✓ | - | - | ✓ | - | - | * | - |
| نیروگاه آبی ^۹ | ✓ | - | - | - | - | - | - | - |
| دینامیک گاز ^{۱۰} | ✓ | - | ✓ | - | - | - | * | - |

* ارائه شده در دوره کارشناسی ارشد

✓ ارائه دروس

- عدم ارائه و یا عدم اطلاع

بیان این نکته لازم است که کلیه دروس تخصصی موجود در جدول ۶ در دانشکده مهندسی مکانیک دانشگاه صنعتی امیرکبیر به طور معمول ارائه نمی‌شود. ولی به نظر می‌رسد که تنوع دروس تخصصی در دانشگاه‌های ایران بیشتر از سایر کشورها است. در

-
- 1 . Steam Power Plants
 - 2 . Turbo machines
 - 3 . Engineering Design Methods
 - 4 . Heat Exchanger Methods
 - 5 . Bearing and Lubrication
 - 6 . Production Methods and Workshop
 - 7 . Combustion
 - 8 . Gas Turbine and Jet Engine
 - 9 . Hydro Power Plant
 - 10 . Gas Dynamics

هر حال، بهترین شیوه برای هماهنگی ساختن دانائی تخصصی دانش آموختگان با نیازهای صنعت در توسعه بیشتر دروس تخصصی مورد نیاز صنعت است، که لازم است در این زمینه بررسی لازم انجام و برنامه مناسب ارائه شود.

۱۱. آزمایشگاه‌ها

دروس آزمایشگاهی در دانشگاه صنعتی امیرکبیر در جدول ۷ آورده شده است. در این دانشگاه دروس آزمایشگاهی به عنوان یک واحد مجزا از درس ارائه می‌شود. دروس آزمایشگاهی در دانشگاه‌های مورد بررسی به دو صورت است. این دروس یا به عنوان درس مستقلی با عنوان آزمایشگاه یا به همراه درس مربوط ارائه می‌شوند. برای مثال، می‌توان درس آزمایشگاه فیزیک در دانشگاه جان هاپکینز را به عنوان یک آزمایشگاه مستقل و آزمایشگاه ترمودینامیک را به عنوان واحدی از خود درس بیان کرد یا در دانشگاه ماساچوست آزمایشگاه‌های طراحی و ساخت^۱، اندازه‌گیری^۲ و طراحی سیستم‌های دریایی^۳ به همراه درس ارائه می‌شود. همان گونه از جدول ۷ نتیجه می‌شود، در اکثر دانشگاه‌ها است. ارائه درس به همراه آزمایشگاه است. این نکته از مواردی است که لازم است در دانشگاه‌های داخل کشور مورد توجه قرار بگیرد. البته، هر یک از این دو شیوه سود و زیان خود را دارد، ولی با سابقه طولانی ارائه درس آزمایشگاه به صورت جدا از درس در دانشگاه‌های ایران می‌توان با بررسی جامع راه حل مناسب تر را انتخاب کرد. نکته بسیار مهم دیگر در خصوص آزمایشگاه‌ها تلاش در پایه گذاری آزمایشگاه‌های مجازی در ایران است. همان گونه که در مقدمه عنوان شد، شبیه سازی پدیده‌های پیچیده مهندسی به وسیله نرم افزارها یا ابزارهای طراحی و ساخت بر پایه اینترنت یا حتی به صورت

1 . Dsign and Manufacturing

2 . Measurement and Instrumentation

3 . Design of Ocean Systems

نرم افزارهای مستقل از جمله مواردی هستند که به نظر می‌رسد آینده روشن و فراگیری خواهند داشت. برای نمونه، هم اکنون نرم افزار تولید مجموعه میکرونی یا خدمات تلرانس گذاری یا موارد دیگر در شبکه اینترنت آماده ارائه خدمات هستند. [۲۴].

جدول ۷: مقایسه دروس آزمایشگاه دانشگاه صنعتی امیرکبیر با نمونه آماری

| کارگاه / آزمایشگاه | صنعتی امیرکبیر | بزرگی | واترپو | هایپیز | لایپزیت | نیو مکزپو | منچستر | اتاوا | ماساچوست |
|-----------------------------------|----------------|-------|--------|--------|---------|-----------|--------|-------|----------|
| آزمایشگاه فیزیک ۱ | * | - | - | * | - | - | - | √ | - |
| آزمایشگاه فیزیک ۲ | * | - | - | * | - | - | - | - | - |
| آزمایشگاه شیمی | * | - | - | - | - | - | - | - | - |
| آزمایشگاه انتقال حرارت | * | - | - | √ | - | - | - | - | - |
| آزمایشگاه ترمودینامیک | * | - | - | √ | √ | - | - | - | - |
| آزمایشگاه مکانیک سیالات | * | √ | - | √ | √ | - | - | - | - |
| آزمایشگاه تأسیسات حرارتی و برودتی | * | - | - | √ | - | - | - | - | - |
| آزمایشگاه مقاومت مصالح | * | √ | - | √ | - | √ | - | - | - |
| آزمایشگاه دینامیک و ارتعاشات | * | √ | - | √ | - | - | - | - | - |
| آزمایشگاه موتورهای احتراق داخلی | * | - | - | - | - | - | - | - | - |
| آزمایشگاه علم مواد | * | - | - | - | - | * | - | - | - |
| آزمایشگاه مبانی برق | * | √ | - | √ | √ | - | - | - | - |

* ارائه شده با واحدی جداگانه از درس

√ ارائه شده به صورت واحدی همراه با درس

- عدم ارائه یا عدم اطلاع

۱۲. کارگاه‌ها

در بیشتر دانشگاه‌های مورد بررسی واحدی با عنوان درس کارگاهی یافت نشد. تنها در دانشگاه لپزیگ کارگاه جوش، ماشین کنترل عددی و پلاستیک ارائه می‌شود.

۱۳. نتیجه گیری

درس اصلی و پایه در دانشگاه‌های مورد بررسی از نظر محتوای درسی تا حدودی یکسان هستند و صرفاً تفاوت‌هایی در تعداد واحدها دارند که این نوع تفاوت‌ها، بنیادین محسوب نمی‌شود. درس آزمایشگاه در دانشگاه‌های مورد بررسی تقریباً به همراه درس ارائه می‌شود، ولی در هیچ یک از دانشگاه‌ها ارائه درس آزمایشگاهی به میزان گستردگی آن در ایران نیست. به نظر می‌رسد که لازم است در خصوص ارائه درس آزمایشگاهی به همراه درس و مزایا و معایب، بررسی بیشتری در ایران انجام شود و شیوه مناسب ارائه و دنبال شود.

در بین دروس تخصصی تا حدودی شباهت‌هایی مشاهده می‌شود و تفاوت‌هایی که در محتوای دروس وجود دارد به دلیل تخصص‌های اعضای هیئت علمی، زمینه‌های تحقیقاتی و موقعیت جغرافیایی هر دانشگاه است. ولی تنوع دروس تخصصی در ایران بسیار زیاد و گسترده است که از مزیت‌های آموزش مهندسی مکانیک در ایران محسوب می‌شود که شاید بتوان این تنوع ارائه دروس تخصصی را دال بر قابلیت‌های اعضای هیئت علمی دانشگاه‌های رده اول ایران دانست.

در هر حال، زمینه‌ها برای اصلاح و بهبود برنامه آموزشی مهندسی مکانیک در ایران فراوان است، برای مثال تغییر و به روز ساختن محتوای درس، ادغام درس، ارائه درس و هماهنگی در اجرای درس از جمله مواردی هستند که هر کدام نیازمند بررسی و کنکاش بیشتر است. ولی قبل از هر چیز لازم است دانشکده مهندسی مکانیک هدف اصلی خود را از تربیت مهندس مکانیک بیان کند و سپس، حول این هدف برنامه‌ریزی جدیدی در زمینه آموزش مهندسی مکانیک انجام پذیرد.

مراجع

۱. شورای عالی برنامه‌ریزی، برنامه آموزشی دوره کارشناسی مهندسی مکانیک در طراحی جامدات، وزارت فرهنگ و آموزش عالی، ۱۳۷۶.
۲. شورای عالی برنامه‌ریزی، برنامه آموزشی دوره کارشناسی مهندسی مکانیک در حرارت و سیالات، وزارت فرهنگ و آموزش عالی، ۱۳۷۶.
۳. شورای عالی برنامه‌ریزی، برنامه آموزشی دوره کارشناسی مهندسی مکانیک در ساخت و تولید، وزارت فرهنگ و آموزش عالی، ۱۳۶۸.
4. Xu Kuangdi, Liu Baicheng, "Engineering 2020- Global Perspectives", 2006 International Mechanical Engineering Education Conference, March31-April4, Beijing, China H., Smith 'BMP – The Third Wave', ISBN 0929652339, WWW.bpmg.org , 2002.
5. Z. Ji, 2006," The Development and Perspectives of China's Mechanical Engineering Education" The Minister of the Ministry of Education, P.R.C.
6. Jaime G, Cervantes-de Gortari " paradigm in Engineering University Programs: The case of Mexico", International mechanical Engineering Education Conference, A Joint Conference by ASME and CMES, Beijing, China, March 31-April4.
7. M. Bailey, A. Özer Arnas, R. Potter, J. W. Samples, 2004, The 20 year evolution of an energy conversion course at the United States Military Academy.
8. M. C. Belino, Efren G.dela Cruz, Roel John C. Judilla, " Redesigning the Philippine Mechanical Engineering Program To Promote Regional Development",2006 International mechanical Engineering Education Conference, A Joint Conference by ASME and CMES, Beijing, China, March 31-April4, 2006.
9. S. Sorby, Robert Warrington, Mary raber, "Collaborating with industry to Improve the Role of Business in Engineering", 2006 International Mechanical Engineering Education Conference, A Joint Conference by ASME and CMES, Beijing, China, March 31-April4, 2006
10. G. tryggvason, Richard Vaz, Paul Davis, N.A. Mello, "Preparing Engineers to Work in a Flat World-the WPI Global Perspective Program", 2006 International Mechanical Engineering Education Conference, A Joint Conference by ASME and CMES, Beijing, China, March 31-April4, 2006
11. S. H.j Kim, Hyung-Jung Kim, Sung-Hoon Ahn, " Internet-based Tools for Mechanical Education", 2006 International Mechanical Engineering Education

- Conference, A Joint Conference by ASME and CMES, Beijing, China, March 31-April4, 2006
12. S.K Chaturvedi, O.Akan, " Simulation and Visualization Enhanced Engineering Education", 2006 International Mechanical Engineering Education Conference, A Joint Conference by ASME and CMES, Beijing, China, March 31-April4, 2006
 13. S. Meek, Scott Field, S. Devasia, 2003, Mechatronics education in the Department of Mechanical Engineering at the University of Utah.
 14. Internet Based Education Tables for Mechanical Engineering, Available from <http://ed.sjtu.edu.cn/rank/2004/top500list>
 15. UCSB, 2006, University of California, Santa Barbara. Available from <http://www.catalog.ucsb.edu>
 16. MIT, 2006, Massachusetts Institute of Technology. Available from <http://www.mit.edu>
 17. University Ottawa, 2006, University of Ottawa. Available from <http://www.uottawa.ca>
 18. University of New Mexico, 2006. Available from <http://www.unm.edu>;
 19. Amirkabir University of Technology, 2006. Available from <http://www.aut.ac.ir>;
 20. Calgary University, 2006. Available from <http://www.ucalgery.ca>
 21. Leipzig University, 2006. Available from <http://www.uni-leipzig.de>
 22. Johns Hopkins University, 2006. Available from <http://www.uni-lieipzig.de>
 23. UCB, 2006, University of California, Berkley. Available from <http://www.me.berkley.edu>
 24. Internet Based Education Tables for Mechanical Engineering, Available from <http://fab.snu.ac.kr/webtools>

(تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۵/۱۲/۱۶)