

## گوناگونی آموزشی مهندسی مکانیک

محمود شاکری<sup>۱</sup>، محمد حسین یاس<sup>۲</sup>، محمد محمدی اقدم<sup>۱</sup> و منوچهر صالحی<sup>۱</sup>

۱. دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه صنعتی امیر کبیر

۲. گروه مهندسی مکانیک، دانشگاه رازی کرمانشاه

**چکیده:** علم مکانیک به عنوان زیر شاخه‌ای از علم فیزیک گستره‌ای وسیع در جهان مادی دارد. در سال‌های اخیر، تحقیقات وسیعی در زمینه‌های مختلف این علم به عمل آمده است و هنوز هم ناشناخته‌های زیادی وجود دارد که باید مورد بررسی و کاوش قرار گیرد. مهندسی مکانیک وظیفه کاربردی کردن علم مکانیک را بر عهده دارد و در عین حال، آموزش و پژوهش در زمینه‌های خاص آن را نیز عهده دار است. مهندسی مکانیک به عنوان یکی از رشته‌های اصلی مهندسی خود نیز گستره‌ای وسیع را شامل می‌شود. از طرفی، مهندسی مکانیک زیر بنای رشته‌های مهندسی هوافضا، کشتی‌سازی، صنایع و ... است و از طرف دیگر، وابستگی تنگاتنگی با رشته‌های مهندسی دیگر از جمله سازه در مهندسی عمران، شکل‌دهی فلزات، مهندسی پزشکی و ... دارد. از این رو، شناخت سیر تکوینی و گوناگونی آموزش این شاخه مهندسی در ایران و جهان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این مقاله گوناگونی آموزشی مهندسی مکانیک در ایران و برخی از کشورهای جهان به طور خلاصه بررسی شده و پدیهی است که مجموعه نکات مربوط به آموزش مهندسی مکانیک در یک مقاله امکان‌پذیر نیست و امید است در ادامه مقاله‌های تکمیلی دیگری نیز ارائه شود.

**واژه‌های کلیدی:** آموزش مهندسی مکانیک، کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری

## ۱. مقدمه

آموزش مهندسی مکانیک در جهان از قدمت زیادی برخوردار است و سیر تکوین این آموزش خود مطلبی قابل بررسی است که امید است در آینده به صورت مقاله‌ای جداگانه ارائه شود. در این نوشتار سعی شده است تا در خصوص آموزش مهندسی مکانیک در زمان حال در ایران و چند کشور جهان که از نظر آموزش مهندسی رتبه بالایی دارند، مطالبی آورده شود. کشورهای منتخب و دانشگاه‌های مورد بررسی در هر کشور در جدول ۱ نشان داده شده است. این کشورها با توجه به موقعیت جغرافیایی و کیفیت آموزش مهندسی در آنها انتخاب و در هر کشور دانشگاه‌ها نیز به صورت اتفاقی برگزیده شده‌اند. به هر حال، سعی شده است تا برخی از دانشگاه‌های شناخته شده و صاحب نام در فهرست آورده شوند.

در ادامه سعی شده است تا طبقه بندی مقاله به گونه‌ای باشد که نکات عمده آموزش مهندسی مکانیک را شامل شود. توجه شود که آموزش مهندسی مکانیک خود شامل سه دوره مشخص کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری است. در نتیجه، در هر قسمت این سه دوره به صورت جداگانه بررسی شده‌اند.

نکات عمده مورد بررسی در این نوشتار شامل موارد زیر است:

- گرایش‌ها و زیر شاخه‌های مهندسی مکانیک؛
  - گوناگونی و تنوع دروس در مهندسی مکانیک؛
  - تعداد واحدهای آموزشی در دوره‌های مختلف مهندسی مکانیک؛
  - ترم بندی آموزشی در مهندسی مکانیک شامل تعداد ترم در سال و کمینه و بیشینه تعداد ترم در هر دوره؛
  - نحوه آزمون دوره‌های مختلف آموزشی مهندسی مکانیک.
- در پایان سعی شده است تا جمع بندی مناسبی از آموزش مهندسی مکانیک با توجه به آموزش در کشورهای اشاره شده در جدول ۱ ارائه شود.

یادآور می‌شود که اطلاعات مورد نیاز از بروشورهای آموزشی و Web Page دانشگاه‌ها استخراج شده است [به منابع رجوع شود].

## ۲. گوناگونی آموزشی در مهندسی مکانیک

### ۲.۱. گرایش و زیر شاخه‌های مهندسی مکانیک

#### الف - دوره کارشناسی

به‌طور کلی، هدف از آموزش تحصیل مهندسی مکانیک در دوره کارشناسی این است که دانش آموختگان پس از اتمام این دوره از زیر بنای علمی کافی برای ادامه تحصیل یا کار کردن در تخصص‌های ساده‌تر صنعت برخوردار باشند. بدین منظور، سعی کلی در این آموزش آن است که تا حد امکان دوره آموزشی عمومی باشد و به ندرت جنبه تخصصی به خود بگیرد. با وجود این، در برخی از کشورها حتی در دوره آموزش کارشناسی نیز تخصص‌هایی ایجاد شده است، هر چند که این تخصص‌ها بیشتر صوری است و در گرفتن چند درس تخصصی خلاصه می‌شود.

مطالب بیان شده در خصوص بیشتر کشورهای صنعتی درست است، هر چند در برخی کشورها و از جمله آلمان در دوره کارشناسی هم آموزش تا حدودی تخصصی است. بررسی‌های جدید نشان می‌دهد که بعضی از دانشگاه‌های آلمان نیز در صدد حذف یا کم کردن تخصص‌ها در دوره کارشناسی هستند. گرایش‌های دوره کارشناسی مهندسی مکانیک در کشورهای مورد بررسی در جدول ۲ آورده شده است.

#### ب - دوره‌های کارشناسی ارشد و دکتری

آموزش دوره کارشناسی ارشد و به خصوص دوره دکتری در همه کشورهای صنعتی تخصصی است. تنظیم این دو دوره به گونه‌ای است که بتواند جوابگوی نیاز صنعت باشد. در این دوره‌ها اختلاف اساسی از نظر شیوه‌های آموزشی بین کشورهای صنعتی، کشورهای در حال توسعه و کشورهای جهان سوم وجود دارد. در کشورهای صنعتی، همان‌گونه که

گفته شد، آموزش این دوره‌ها همگام با رشد صنعت و نیاز آن برنامه‌ریزی شده است و می‌توان گفت که شناور و مدام در حال تغییر است. حال آنکه در کشورهای جهان سوم این دوره‌ها بنا بر سلیقه استادان و دانش‌آموختگان دانشگاه‌های جهان صنعتی یا به تقلید از آنها و بدون توجه به نیاز صنعتی کشور تنظیم شده است. با توجه به اینکه کشورهای مورد بحث در این نوشتار عمدتاً صنعتی هستند، تنوع دوره‌های آموزشی کارشناسی ارشد و دکتری بسیار گسترده است. به هر حال، این دوره‌ها به گونه‌ای جمع‌بندی و در جدول ۳ آورده شده است. توجه شود که به خصوص در دوره دکتری تنظیم گرایش‌ها ساده نیست و در واقع، به تعداد دانشجویان دوره دکتری تخصص وجود دارد.

## ۲.۲. گوناگونی و تنوع دروس در مهندسی مکانیک

### الف- دوره کارشناسی

در دوره کارشناسی می‌توان دروس را در چهار گروه زیر طبقه‌بندی کرد:

#### ۱. دروس عمومی

دروس عمومی شامل دروسی می‌شود که با دروس مهندسی مکانیک ارتباط پایه‌ای ندارد و به گونه‌ای غیر مستقیم به آموزش کمک می‌کند. از جمله این دروس می‌توان زبان کشور میزبان، زبان خارجی، ورزش و ... را نام برد.

#### ۲. دروس پایه

دروس پایه دروسی هستند که بدون فراگرفتن آنها آموزش دروس اصلی و تخصصی مهندسی مکانیک ممکن نیست. از جمله این دروس می‌توان فیزیک، ریاضی و شیمی را نام برد.

#### ۳. دروس اصلی

دروس اصلی شامل دروسی می‌شوند که همه گرایش‌های مختلف مهندسی مکانیک با

تفاوت‌های اندک باید آنها را فراگیرند. دروس استاتیک، دینامیک، مقاومت مصالح، ترمودینامیک و مکانیک سیالات از این دسته دروس هستند.

#### ۴. دروس تخصصی

دروس تخصصی شامل دروسی می‌شوند که عملاً گرایش‌های تخصصی مهندسی مکانیک بر مبنای آنها تعریف می‌شوند. این دروس شامل کلیه دروس پیشرفته مهندسی مکانیک و دروس جانبی [از سایر گرایش‌ها] است که فراگیری آنها برای تخصص خاص مورد نیاز است.

بر مبنای این تقسیم‌بندی، دروس دوره کارشناسی مهندسی مکانیک در برخی از دانشگاه‌های مورد بررسی در جدول ۴ آورده شده است. در سایر دانشگاه‌ها نیز این دروس با تفاوت‌های کمی ارائه می‌شود. با بررسی اجمالی مطالب جدول ۴، دیده می‌شود که دروس پایه و دروس اصلی در همه دانشگاه‌ها با تفاوت‌های اندک ارائه می‌شود و اختلاف آنها بیشتر در دروس عمومی و تخصصی است.

#### ب- دوره‌های کارشناسی ارشد و دکتری

در دوره کارشناسی ارشد به‌طور کلی دروس تخصصی است و ارائه پروژه در کارشناسی ارشد اهمیت ویژه‌ای دارد. در این دوره دو روش آموزش در بیشتر دانشگاه‌های کشورهای مورد بررسی وجود دارد:

- روش اول (روش پژوهشی): در این روش گذراندن درس اجباری نیست و فقط پروژه با تعداد معین واحد برای اخذ مدرک کارشناسی ارشد کفایت می‌کند.

- روش دوم (روش آموزشی): در این روش تعداد واحدهای پروژه کمتر است و همزمان باید تعداد معینی دروس [تا حد امکان در ارتباط با پروژه] نیز گذرانده شوند.

در دوره دکتری نیز تفاوت شاخصی بین کشورهای مختلف وجود دارد. برای نمونه در برخی کشورها، از جمله آمریکا، علاوه بر تز دکتری دانشجوی باید تعداد معینی واحد درسی بگذراند، در حالی که در برخی کشورهای دیگر مثلاً انگلستان، در دوره دکتری فقط تز به

تعداد معین واحد گذرانده می‌شود. در این حالت فقط در صورت تشخیص استاد تز، تعداد محدودی واحد درسی نیز باید گذرانند.

با توجه به مطالب بیان شده، کلاسه بندی گرایش‌ها و دروس واحدهای دوره‌های کارشناسی ارشد و دکتری به سادگی امکان پذیر نیست. به هر حال، به گونه‌ای این مراتب جمع‌بندی و دروس کارشناسی ارشد و دکتری در برخی از دانشگاه‌های مورد بررسی در جدول ۵ آورده شده است.

### ۳. ۲. تعداد واحدهای آموزشی در دوره‌های مختلف مهندسی مکانیک

#### الف - دوره کارشناسی

با استفاده از داده‌های جدول ۴ و منابع موجود، تعداد واحدهای آموزشی دوره کارشناسی مهندسی مکانیک در دانشگاه‌های مورد بررسی کشورهای مختلف در جدول ۶ آورده شده است.

#### ب - دوره‌های کارشناسی ارشد و دکتری

همان‌گونه که در قسمت ۲-۲ گفته شد، در دوره کارشناسی ارشد دو روش پژوهشی و آموزشی و در دوره دکتری فقط تز یا تز همراه با تعداد معینی واحد وجود دارد. بدین ترتیب، سعی شده است تا این اطلاعات به گونه‌ای جمع‌بندی و در جدول ۷ آورده شود.

#### ۴. ۲. ترم بندی آموزشی در مهندسی مکانیک

تعداد ترم‌های آموزشی در سال و کمینه و بیشینه تعداد ترم در دوره‌های کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری در دانشگاه‌های مورد بررسی در جدول ۸ آورده شده است.

#### ۵. ۲. نحوه آزمون دوره‌های مختلف آموزش مهندسی مکانیک

نحوه آزمون دوره‌های کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری در دانشگاه‌های مورد بررسی در جدول ۹ آورده شده است. این آزمون در دوره کارشناسی معمولاً کتبی، در دوره

کارشناسی ارشد نوع پژوهشی فقط دفاع پروژه و نوع آموزشی کتبی و دفاع پروژه است. در دوره دکتری دروس کتبی است و علاوه بر آن، در برخی از دانشگاه‌ها امتحان جامع (کتبی، کتبی - شفاهی و شفاهی) و دفاع تر است.

### ۳. نتیجه گیری

بررسی آموزش مهندسی مکانیک در تعدادی از دانشگاه‌های کشورهای مختلف را می‌توان با توجه به دوره‌های کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری به گونه زیر جمع بندی کرد:

#### دوره کارشناسی

همان‌طور که گفته شد، در این دوره هدف آموزش دانش عمومی مهندسی مکانیک و علوم پایه به خصوص فیزیک و ریاضی به دانشجویان است، به گونه‌ای که آنان پس از پایان این دوره آمادگی لازم برای ادامه تحصیل در دوره‌های کارشناسی ارشد و دکتری و نیز اشتغال به کارهای مهندسی با نیاز به تخصص کمتر را دارا باشند. بررسی‌ها نشان می‌دهد که هر چند تفاوت‌هایی در دروس، ترم بندی، نحوه آزمون و غیره در روش‌های مورد استفاده دانشگاه‌های مختلف دیده می‌شود، ولی پیکر بندی کلی دوره تشابهات فراوانی دارد. یکی از تفاوت‌ها، سطح دانشگاه‌ها از نظر کادر هیئت علمی و رتبه دانشگاهی برای جذب دانش‌آموزان با ظرفیت‌های متفاوت علمی است. این تفاوت باعث می‌شود که بیشتر فارغ‌التحصیلان برخی از دانشگاه‌ها برای ادامه تحصیل و برخی دیگر برای کار صنعتی آمادگی داشته باشند. برای مثال، سطح دروس دانشگاه‌هایی مثل MIT و مشابه آن بیشتر متمایل به آموزش‌هایی با تئوری بالاتر و دانشگاه‌های کاربردی نظیر MONASH و غیره متمایل به آموزش‌هایی با سمت و سوی کاربردی است.

از جمله دستاوردهای بررسی آموزش دوره کارشناسی مهندسی مکانیک می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱- با توجه به تفکیکی که به طور نسبی برای دروس به عمل آمد، این بررسی نشان می‌دهد:

الف - دروس عمومی در دانشگاه‌های مختلف بیشتر بر مبنای دو جنبه سیاسی، اجتماعی یا سیاسی، تجاری برنامه‌ریزی شده است. هر چند تعداد واحدهای عمومی در مقایسه با واحدهای کلی زیاد نیست، ولی در رتبه بندی دانشجو تأثیر گذار است.

ب - دروس پایه در همه دانشگاه‌ها تقریباً حالتی همگون و همسان دارد.  
پ - دروس اصلی نیز در بیشتر دانشگاه‌ها تا حدودی یکسان است و تفاوت‌ها چشمگیر نیست.

ت - دروس تخصصی در دوره کارشناسی نقش چندانی ندارند و در حد نوعی آموزش اولیه و آشنایی با تخصص‌هاست. این دروس در دانشگاه‌های مختلف کاملاً متفاوت و به صورت گوناگون ارائه می شود.

ث - پروژه نیز مانند دروس تخصصی و در حد ابتدایی و آشنایی با یک طرح یا پروژه مهندسی است. پروژه نیز در دانشگاه‌های مختلف یکسان اجرا نمی شود.

۲- تعداد واحدهای دوره کارشناسی در دانشگاه‌های مختلف تفاوت‌های اندکی دارد و به سمت تعداد واحد برابر پیش می‌رود.

۳- آزمون در دوره کارشناسی عمدتاً کتبی است و با توجه به اندک بودن دروس تخصصی و کم اهمیت بودن پروژه این امر طبیعی است.

۴- زمان کلی برگزاری این دوره نیز به‌طور متوسط چهار سال یا هشت ترم است. تفاوت روش ترمی بودن دروس یا سالانه بودن آن بیشتر به سابقه تحصیلی و روش متداول و سنتی در دانشگاه‌های کشورها بستگی دارد و تأثیر عمده‌ای بر روند آموزش ندارد.

۵- نکته دیگری که در متن این بررسی آورده نشده ولی مورد توجه بیشتر دانشگاه‌های و مراکز آموزشی است، بومی کردن دانشجویان دوره کارشناسی تا حد امکان است. این امر با توجه به سن دانشجویان در این دوره، لزوم بودن در کنار خانواده و در نهایت، کم بودن امکانات بیشتر دانشگاه‌ها برای اسکان مناسب دانشجویان است. این امر در بیشتر دانشگاه‌ها به گونه‌ای مورد توجه قرار می‌گیرد. علاوه بر این مورد، بررسی‌ها نشان می‌دهد که انتخاب دانشجوی کارشناسی در دانشگاه‌های کشورهای مختلف به دو



گونه انجام می‌شود: در بیشتر دانشگاه‌های کشورهای صنعتی انتخاب بر مبنای رتبه دانشجوی در دروس دبیرستانی و پیش‌دانشگاهی است و حال آنکه در دانشگاه‌های کشورهای جهان سوم انتخاب عمدتاً از طریق امتحان متمرکز و کنکور صورت می‌گیرد.

۶- از نظر پرداختن هزینه آموزشی توسط دانشجو یا دولت، در بیشتر کشورها هر دو روش دولتی (تعهد کار از دانشجو و تحصیل رایگان) و خصوصی (پرداخت مستقیم هزینه‌ها توسط دانشجو) وجود دارد. در برخی کشورها نیز تلفیق سیستم درآمدهای دولتی به‌اضافه پرداخت شهریه برقرار است.

۷- از نکات دیگری که می‌توان در دوره کارشناسی به آن اشاره کرد این است که به جرئت می‌توان گفت که استادان این دوره در بیشتر کشورها استادان بومی و محلی هستند. تنها در کشورهای پیشرفته است که در این مورد نیز تفاوت‌هایی دیده می‌شود و در این کشورها از استادان سایر کشورها، آن هم با شرط مقیم بودن در آن کشورها، استفاده می‌شود.

۸- در زمان حال ارتباط بین دانشگاه‌های یک کشور یا بین دانشگاه‌های کشورهای مختلف اهمیت ویژه‌ای دارد. در این خصوص، مناسب است به برگزاری دوره‌هایی در سال‌های اخیر با همکاری بعضی از دانشگاه‌های ایران با برخی از دانشگاه‌های کشورهای صنعتی اشاره شود. در این موارد معمولاً دو تا سه سال تحصیلات اولیه در دانشگاه‌های ایران آموزش ارائه می‌شود و ادامه آن تا کارشناسی به عهده دانشگاه طرف قرارداد است. معمولاً مدرک کارشناسی را نیز دانشگاه طرف قرارداد می‌دهد. این برداشت کلی در دوره کارشناسی عمدتاً برای دانشگاه‌های ایران با اندک تفاوت‌هایی وجود دارد.

آموزش دوره کارشناسی پایه و رکن اساسی آموزش مهندسی مکانیک است و باید به‌عنوان مرکز ثقل آموزش به آن توجه شود. به نظر می‌رسد که در این مقطع رده‌بندی دانشگاه‌ها خیلی منطقی و درست نیست، هر چند این رده‌بندی به‌صورت غیر رسمی توسط

دانش آموزان و دانشجویان انجام می‌شود. در این رده آموزشی باید سعی شود در مراکز استان‌ها دانشگاه‌های قوی و خوبی دایر و در ضمن، نزدیکی و همکاری بین دانشگاه‌ها تقویت شود.

در ضمن، با توجه به روند کلی بیان شده، در این دوره باید پژوهش، هر چند جزئی، در خدمت آموزش و به منظور ارتقای آموزش باشد.

#### دوره‌های کارشناسی ارشد و دکتری

جمع بندی آموزش دوره‌های کارشناسی ارشد و دکتری، با توجه به آنچه در این ارتباط در دانشگاه‌های مختلف کشورهای جهان انجام می‌شود، بهتر است یکجا انجام شود. یادآوری می‌شود که هر چند در بیشتر دانشگاه‌ها دانشجویان دکتری از بین دانش آموختگان کارشناسی ارشد انتخاب می‌شوند، در برخی از دانشگاه‌های معتبر جهان همزمان دانشجویانی از رده کارشناسی هم انتخاب می‌شوند. در این مورد دانشجویان انتخاب شده از دوره کارشناسی باید دروس بیشتری را قبل از انتخاب تز دکترای خود بگذرانند. از جمله دستاوردهای بررسی آموزش دوره‌های کارشناسی ارشد و دکتری مهندسی مکانیک می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱- همان‌گونه که بیان شد، دوره‌های کارشناسی ارشد و دکتری به دو گونه آموزشی و پژوهشی اجرا می‌شود. در روند آموزشی دانشجو باید تعداد معینی دروس تخصصی را علاوه بر پروژه یا تز بگذراند و حال آنکه در روند پژوهشی گذراندن درس اجباری نیست. یادآوری می‌شود که روش غالب در بیشتر کشورها روش آموزشی است؛ در سال‌های اخیر، برخی از دانشگاه‌ها روش بینابینی را انتخاب کرده‌اند. در این روش تعداد دروس به حداقل ممکن کاهش می‌یابد. در این خصوص، باید توجه داشت که یک دلیل کم کردن تعداد دروس آموزشی، به خصوص در کشورهای پیشرفته صنعتی، کاهش کلی دوره برای کم کردن هزینه‌ها و روانه کردن زودتر دانش آموختگان به بازار کار است. برخلاف دوره کارشناسی، دوره‌های آموزشی کارشناسی ارشد و

دکتری در دانشگاه‌های مختلف کاملاً متفاوت است و به پروژه کارشناسی ارشد یا تز دکترای دانشجو بستگی دارد. این دروس باید به گونه‌ای انتخاب شوند که دانشجو پس از آموختن آنها بتواند از آنها در کارهای تحقیقاتی خود بهره گیرد.

تعداد واحدهای آموزشی دوره‌های کارشناسی ارشد و دکتری هر چند در دانشگاه‌های مختلف متفاوت است، ولی متوسط آن تقریباً یکسان است. باید توجه داشت که بر عکس دوره کارشناسی که در آن هدف اصلی آموزش پایه‌ای است، در کارشناسی ارشد و دکتری نقش اصلی تحقیق و آموزش دروس تخصصی است. به جرئت می‌توان گفت که در این دوره‌ها آموزش در خدمت و به منظور پژوهش است.

همان‌گونه که بیان شد، نقش انتخاب نوع و موضوع پژوهش و کار تخصصی در کشورهای صنعتی و کشورهای جهان سوم کاملاً متفاوت است. در کشورهای صنعتی انتخاب موضوع تحقیق با توجه به نیاز صنعت تعریف می‌شود، حال آنکه در دانشگاه‌های کشورهای جهان سوم تحقیق به تخصص و آموخته‌های اعضای هیئت علمی بستگی دارد و در برخی موارد از دانشگاه‌های جهان صنعتی کپی برداری و با افزودن نکاتی به آنها به صورت تز دکتری معرفی می‌شود.

۲- آزمون دوره‌های کارشناسی ارشد و دکتری در روش آموزشی کتبی و دفاع از پروژه با تز و در روش پژوهشی دفاع از پروژه یا تز است. در خصوص آزمون دکتری نیز تفاوت‌هایی بین روندهای اجرایی دانشگاه‌های مختلف دیده می‌شود و روش غالب این است که علاوه بر امتحان کتبی دروس، امتحان جامع نیز در بیشتر دانشگاه‌ها به منظور بررسی ظرفیت کلی دانشجو برای انجام دادن کار تحقیقاتی - پژوهشی برگزار می‌شود. دفاع تز نیز با دفاع پروژه کارشناسی ارشد تفاوت دارد. در دکتری دفاع تز شامل دفاع از پیشنهاد تز و دفاع نهایی است. توجه شود که در این مورد هم تفاوت‌هایی بین روندهای اجرایی دانشگاه‌های مختلف دیده می‌شود. در دفاع پروژه کارشناسی ارشد و تز دکتری، انتخاب هیئت داوران و ممتحنان نیز در دانشگاه‌های مختلف متفاوت است.

۳- زمان برگزاری دوره‌های کارشناسی ارشد و دکتری بر عکس دوره کارشناسی در دانشگاه‌های مختلف یکسان نیست و در جمع‌بندی کلی می‌توان گفت که دوره کارشناسی ارشد یک تا دو سال و دوره دکتری حدود چهار سال است.

۴- انتخاب دانشجو برای دوره‌های کارشناسی ارشد و دکتری در دانشگاه‌های مختلف متفاوت است و همانند دوره کارشناسی به صورت انتخاب فردی با نظر تعیین کننده استاد راهنما یا از طریق کنکور انجام می‌شود. در ضمن، همان گونه که گفته شد، نوع تخصص نیز با توجه به نیاز صنعت انتخاب می‌شود. در دوره‌های کارشناسی ارشد و دکتری بومی بودن دانشجو، برخلاف دوره کارشناسی، مطرح نیست. در این دوره‌ها به خصوص در دانشگاه‌های کشورهای صنعتی دانشجویان نه تنها بومی نیستند، که معمولاً چند ملیتی هستند. به جرئت می‌توان گفت که بار اصلی تحقیقات در این دانشگاه‌ها به دوش دانشجویان جذب شده از کشورهای جهان سوم است. این بیان برای دانشگاه‌های کشورهای صنعتی درست است و دانشگاه‌های کشورهای جهان سوم و از جمله دانشگاه‌های ایران در جذب دانشجویان خارجی موفق نیستند.

۵- از نظر پرداختن هزینه آموزشی و تحقیق در دوره‌های کارشناسی ارشد و دکتری می‌توان به نتیجه‌گیری زیر دست یافت:

در دانشگاه‌های کشورهای صنعتی هزینه اصلی این دوره‌ها توسط صنعت تأمین می‌شود. باید توجه داشت که در این کشورها نیز درصدی از پروژه‌ها و تحقیقات زیر بنایی و کلی تعریف می‌شود و هزینه آن را مؤسسات دولتی تأمین می‌کنند.

در دانشگاه‌های غیر صنعتی و جهان سوم این روند بر عکس است؛ بدین معنی که عمده هزینه‌ها توسط دولت تأمین و تعداد اندکی از پروژه‌ها و ترها توسط صنعت حمایت می‌شود.

۶- در بررسی دوره کارشناسی گفته شد که هدف اصلی این دوره آموزش دروس پایه و اصلی است و در واقع، در دوره کارشناسی پایه و اساس آموزش مهندسی مکانیک است و در دوره‌های کارشناسی ارشد و دکتری پایه و اساس تحقیق و پژوهش است.

در این زمینه باید گفت که حتی در روش آموزشی این دوره‌ها، آموزش دروس در راستای کمک به پژوهش است.

۷- همانند دوره کارشناسی، در دوره‌های کارشناسی ارشد و دکتری نیز روابط بین دانشگاهی برقرار است. در این ارتباط مناسب است به رشته جدیدی که در دانشگاه Imperial College انگلستان ارائه می‌شود، اشاره کرد. در این رشته تحصیلات اولیه در دانشگاه I.C. ارائه می‌شود و دانشجو می‌تواند یک سال آخر را در دانشگاه‌های طرف قرارداد در کشورهای فرانسه، آلمان، هلند و اتریش بگذراند. در جمع‌بندی پایانی دوره‌های کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری نکات زیر قابل توجه است:

- هدف اصلی از آموزش کارشناسی، آموزش دروس پایه و زیر بنایی است، در حالی که در کارشناسی ارشد و دکتری هدف اصلی تحقیق و پژوهش است.

- دروس دوره کارشناسی به گونه‌ای تعریف شده‌اند که دانش اولیه و پایه را به دانشجو آموزش دهد. در نتیجه، دانشگاه‌های مختلف تقریباً به سمت همگونی پیش می‌روند. در دوره‌های کارشناسی ارشد و دکتری دروس کاملاً متفاوت است و همگونی ممکن نیست.

- در دوره کارشناسی تحقیق و پژوهش، هر چند اندک، در خدمت آموزش است و در دوره‌های کارشناسی ارشد و دکتری آموزش به منظور کمک به تحقیق و پژوهش برنامه‌ریزی می‌شود.

- زمان دوره کارشناسی در دانشگاه‌های مختلف به سمت یکنواختی و همگونی پیش می‌رود و این زمان در دوره‌های کارشناسی ارشد و دکتری کاملاً متفاوت است.

- دانش آموختگان دوره کارشناسی برای ادامه تحصیل یا کار در رده‌های پایین‌تر صنایع آمادگی دارند و حال آنکه دانش آموختگان دوره‌های کارشناسی ارشد و به خصوص دکتری برای آموزش یا کارهای تحقیقاتی پیشرفته در صنایع آمادگی خواهند داشت.

- در دوره کارشناسی دانشجویان بیشتر بومی هستند، ولی در دوره‌های کارشناسی ارشد

و دکتری، به خصوص در دانشگاه‌های کشورهای صنعتی، آنها عموماً چند ملیتی‌اند.  
– تنوع گرایش‌ها در دوره‌های مختلف و انتخاب موضوع تحقیق و پژوهش در  
دانشگاه‌های کشورهای صنعتی با توجه به نیاز صنعت انجام می‌گیرد، در حالی که در  
دانشگاه‌های کشورهای غیر صنعتی چنین نیست.

### مراجع

1. <http://me.mit.edu/mechanics>
2. <http://www/egr.msu.edu/me/programs>
3. <http://www.mie.uiuc.edu>
4. [www.cam.ac.uk](http://www.cam.ac.uk)
5. [www.manchester.ac.uk](http://www.manchester.ac.uk)
6. [www.ic.ac.uk](http://www.ic.ac.uk)
7. [www.usyd.edu.au](http://www.usyd.edu.au)
8. [www.unimelb.edu.au](http://www.unimelb.edu.au)
9. [www.uow.edu.au](http://www.uow.edu.au)
10. [www.uni-hannover.de](http://www.uni-hannover.de)
11. [www.khg-mannheim.de](http://www.khg-mannheim.de)

(تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۵/۶/۱)

محمود شاکری، محمد حسین یاس، محمد محمدی اقدم و منوچهر صالحی ۱۰۱

### جدول ۱: کشورها و دانشگاه‌های مورد بررسی

| دانشگاه                                   | کشور     | ردیف |
|---|----------|------|
| دانشگاه صنعتی امیرکبیر، دانشکده فنی تهران | ایران    | ۱    |
| MIT, UIUC, Michigan                       | امریکا   | ۲    |
| Cambridge, UMIST, Imperial College        | انگلستان | ۳    |
| Esslinger, Hannover, Mannheim             | آلمان    | ۴    |
| Sydney, Melbourne, Wollongong             | استرالیا | ۵    |

### جدول ۲: گرایش‌های آموزش دوره کارشناسی مهندسی مکانیک

| گرایش  | دانشگاه            | کشور     | ردیف |
|--|--------------------|----------|------|
| مکانیک عمومی، طراحی جامدات، حرارت و سیالات، ساخت و تولید                                       | همه دانشگاه‌ها     | ایران    | ۱    |
| طراحی کاربردی، تبدیل انرژی، بیومکانیک  | MIT                | امریکا   | ۲    |
| طراحی کاربردی، تبدیل انرژی   | UIUC               |          |      |
| مکانیک عمومی، تولید، مهندسی مکانیک   | Michigan           |          |      |
| مهندسی مکانیک  | Cambridge          | انگلستان | ۳    |
| مهندسی مکانیک  | UMIST <sup>۱</sup> |          |      |
| مهندسی مکانیک (حمل و نقل)، مهندسی مکانیک (محاسبات مهندسی)، مهندسی مکانیک (تبدیل انرژی)         | Imp. Coll.         |          |      |
| مهندسی طراحی و توسعه، مهندسی ساخت و تولید  | Esslinger          | آلمان    | ۴    |
| جامدات، انرژی، تولید، ماشین‌آلات، رباتیک، میکاترونیک، خودرو، مواد، مهندسی پزشکی، الکترو مکانیک | Hannover           |          |      |

۱. دانشگاه UMIST از اول اکتبر ۲۰۰۴ با دانشگاه منچستر ادغام شده و به نام MACE تغییر نام داده است.

| ردیف | کشور     | دانشگاه    | گرایش   |
|------|----------|------------|---|
|      |          | Mannheim   | مکانیک عمومی  |
| ۵    | استرالیا | Sydney     | مهندسی مکانیک، مهندسی مکانیک (فضا)، مهندسی مکانیک (بیومدیکال) |
|      |          | Melbourne  | مهندسی مکانیک و ساخت و تولید                                  |
|      |          | Wollongong | مهندسی مکانیک   |

جدول ۳: گرایش‌های آموزش دوره‌های کارشناسی ارشد و دکتری مهندسی مکانیک

| ردیف | کشور     | دانشگاه    | گرایش   | گرایش، دکتری  |
|------|----------|------------|---|---|
| ۱    | ایران    | ----       | طراحی جامدات، تبدیل انرژی، ساخت و تولید                                 | مکانیک  |
| ۲    | امریکا   | MIT        | مکانیک سیالات، مکانیک جامدات، دینامیک غیر خطی، مکانیک محاسباتی، آکوستیک | مکانیک سیالات، مکانیک جامدات، دینامیک غیر خطی، مکانیک محاسباتی، آکوستیک |
|      |          | UIUC       | طراحی کاربردی، تبدیل انرژی، صنایع                                       | طراحی کاربردی، تبدیل انرژی، صنایع                                       |
|      |          | Michigan   | مکانیک جامدات، حرارت و سیالات، ساخت و تولید                             | مکانیک جامدات، حرارت و سیالات، ساخت و تولید                             |
| ۳    | انگلستان | Cambridge  |   |   |
|      |          | UMIST      | مکانیک کاربردی، حرارت و سیالات، ساخت و تولید                            | مکانیک کاربردی، حرارت و سیالات، ساخت و تولید (بدون درس)                 |
|      |          | Imp. Coll. |   |   |
| ۴    | آلمان    | Esslinger  |   |   |



محمود شاکری، محمد حسین یاس، محمد محمدی اقدم و منوچهر صالحی ۱۰۳

| ردیف | کشور     | دانشگاه    | گرایش  | گرایش، دکتری   |
|------|----------|------------|--|--|
|      |          | Hannover   | مشابه‌دروس کارشناسی  |  |
|      |          | Mannheim   |  |  |
| ۵    | استرالیا | Sydney     | هوا فضا، سیستم‌های تولید، تولید و مدیریت پروژه، تولید و مدیریت تجاری، تکنولوژی مواد جدید | مهندسی بیو مدیکال، انرژی و محیط زیست، مواد، مکاترونیک و... |
|      |          | Melbourne  |  |  |
|      |          | Wollongong |  |  |

#### جدول ۴: دروس دوره کارشناسی مهندسی مکانیک

| کشور       | ایران   |
|------------|---|
| دروس عمومی | معارف اسلامی (۲)۱، معارف اسلامی (۲)۲، اخلاق اسلامی (۲)، انقلاب اسلامی (۲)، تاریخ اسلام (۲)، متون اسلامی (۲)، فارسی (۳)، زبان خارجی (۳)، تربیت بدنی (۱)۱، تربیت بدنی (۱)۲  |
| دروس پایه  | ریاضی (۳)۱، ریاضی (۳)۲، معادلات دیفرانسیل (۳)، برنامه نویسی کامپیوتر (۳)، محاسبات عددی (۲)، فیزیک (۳)۱، فیزیک (۳)۲، آزمایشگاه فیزیک (۱)۲، شیمی عمومی (۳)  |
| دروس اصلی  | ریاضی مهندسی (۳)، مبانی مهندسی برق (۳)۱، مبانی مهندسی برق (۳)۲، آزمایشگاه مبانی مهندسی برق (۱)، نقشه کشی صنعتی (۲)۱، استاتیک (۳)، دینامیک (۴)، مقاومت مصالح (۳)۱، علم مواد (۳)، ترمودینامیک (۳)۱، ترمودینامیک (۳)۲، آزمایشگاه ترمودینامیک (۱)، مکانیک سیالات (۳)۱، مکانیک سیالات (۳)۲، آزمایشگاه مکانیک سیالات (۱)، طراحی اجزاء (۳)۱، طراحی اجزاء (۳)۲، مقاومت مصالح (۲)۲، آزمایشگاه مقاومت مصالح (۱)، انتقال حرارت (۳)۱، دینامیک ماشین (۳)، ارتعاشات |

| کشور       |   | ایران   |   |
|------------|---|---|---|
|            |   | مکانیکی (۳)، آزمایشگاه دینامیک و ارتعاشات (۱)، کنترل اتوماتیک (۳)، پروژه (۳)، کارآموزی (۱)۱، کارآموزی (۱)۲،   |   |
| دروس تخصصی | طراحی کاربردی   | حرارت و سیالات  | ساخت و تولید  |
|            | طراحی موتورهای احتراق داخلی (۳)، آزمایشگاه ماشین های حرارتی (۱)، آزمایشگاه انتقال حرارت (۱)، آزمایشگاه شیمی (۱)، آزمایشگاه علم مواد (۱)، آزمایشگاه کنترل رباتیک (۱)، طراحی ماشین های سنگین (۳)، کارگاه ریخته گری (۱)، طراحی ماشین های ابزار تولید (۳)، شناخت فلزات صنعتی (۳)، طراحی بدنه و شاسی خودرو (۳)، طراحی ماشین به کمک کامپیوتر (۳)، مکانیک مواد مرکب (۳)، مدیریت و اقتصاد صنعتی (۲)، سیستم های اندازه گیری (۲)، نقشه کشی (۲)۲، موتورهای احتراق داخلی (۳)، طراحی ماشین های دوار (۳)، | سیستم های اندازه گیری (۲)، توربو ماشین (۳)، آزمایشگاه ماشین های حرارتی (۱)، نیروگاه حرارتی (۳)۱، تهویه مطبوع (۳)۱، انتقال حرارت (۲)۲، سوخت و احتراق (۳)، سیستم های انتقال آب (۳)، موتورهای احتراق داخلی (۳)، نیروگاه حرارتی (۳)۲، تأسیسات برق و کنترل نیروگاه (۲)، طراحی مبدل حرارتی (۳)، تولید بخار (۲)، توربین گاز (۳)، تبرید (۳)، تهویه مطبوع (۳)۲، آزمایشگاه تأسیسات حرارتی و برودتی (۱)، | طراحی و ساخت به کمک کامپیوتر (۳)، سیستم های تولید اتوماتیک (۳)، طراحی و ساخت ماشین های کنترل عددی (۳)، طراحی و ساخت ربات های صنعتی (۳)، متالورژی پودر (۳)، هیدرولیک و نیوماتیک، طراحی فیزیکی و مکانیکی مواد (۳)، بررسی پارامترهای مؤثر بر روی عملیات پرس کاری و فورجینگ (۳) |

محمود شاکری، محمد حسین یاس، محمد محمدی اقدم و منوچهر صالحی ۱۰۵

| ایران  |   | کشور |
|--|---|------|
| ماشینهای آبی (۳)،<br>نیروگاه آبی (۳)،<br>کارگاه ریخته گری (۱)،<br>آلودگی محیط زیست (۱) | پلاستیسته عملی (۳)،<br>روش های تولید و کارگاه (۳)،<br>زبان تخصصی (۲)،<br>طراحی مکانیزم ها (۳)،<br>مقاومت مصالح (۳)،<br>یاتاقان و روغنکاری (۲)،<br>روش های طراحی<br>مهندسی (۲) |      |

جدول ۴: دروس دوره کارشناسی مهندسی مکانیک<sup>۱</sup>

| آمریکا (MIT)  |  | کشور   |
|---|--|--|
| ۸ درس از واحدهای علوم اجتماعی، هنر، روانشناسی و اقتصاد (جمع کل ۶۶ تا ۹۶)  |  | دروس عمومی   |
| شیمی (۱۲)۱، فیزیک (۱۲)۱، ریاضیات یک متغیره (۱۲)، ریاضیات دو متغیره (۱۲)،<br>الکترومغناطیس (۱۲)، بیولوژی (۱۲)، معادلات دیفرانسیل (۱۲)  |  | دروس پایه  |
| مکانیک و مواد (۱۲)۱، دینامیک و ارتعاشات (۱۲)، طراحی و تولید (۱۲)۱، ابزار مهندسی<br>مکانیک (۶)، مکانیک حرارت و سیالات (۱۲)۱، آزمایشگاه سیستم های اندازه گیری (۱۲)،<br>پروژه (۱۵-۶) |  | دروس اصلی  |
| طراحی کاربردی   | حرارت و سیالات   | بیومکانیک  |
| طراحی و تولید (۱۲)۲،<br>مکانیک حرارت و سیالات<br>(۱۲)۲،<br>مهندسی محصول و فرایند (۱۲)،<br>پروژه آزمایشگاهی (۶)،   | مکانیک حرارت و سیالات<br>(۱۲)۲،<br>۳- درس از ۵ درس زیر:<br>اصول مدلسازی در<br>احتراق (۱۲)، | شیمی بیولوژی (۱۲)،<br>شیمی ارگانیک (۱۲)،<br>۴- درس از مجموع<br>دروس زیر:<br>شیمی فیزیک آماری (۱۲)، |

۱. دروس آورده شده در این جدول مربوط به دانشگاه MIT است.

| آمریکا (MIT)   |   | کشور   |
|--|---|--|
| <p>مکانیک مولکولی،<br/>سلولی و زیستی (۱۲)،<br/>بیومواد (۱۲)،<br/>فیزیولوژی کل سلول (۱۲)،<br/>تکنولوژی اطلاعات<br/>زیست پزشکی (۱۲)،<br/>بیولوژی سیلیکون (۱۲)،<br/>طراحی تجهیزات<br/>پزشکی و پیوند اعضا<br/>(۱۲)،<br/>انتخاب یک درس از سه<br/>درس زیر:<br/>مکانیک و مواد (۱۲)۲،<br/>کنترل و سیستم‌های<br/>دینامیکی (۱۲)،<br/>مکانیک حرارت و<br/>سیالات (۱۲)۲</p> | <p>ترمودینامیک عمومی (۱۲)،<br/>انتقال حرارت و جرم (۱۲)،<br/>اصول تبدیل انرژی پیشرفته (۱۲)،<br/>مکانیک حرارت و سیالات<br/>پیشرفته (۱۲)،<br/>موتورهای احتراق داخلی (۱۲)،<br/>۵ درس انتخابی هر کدام ۱۲<br/>واحد که ۳ درس آن باید بر<br/>اساس نظر استاد راهنما و در<br/>راستای گرایش اخذ شود (۶۰)</p> | <p>کنترل و سیستم‌های دینامیکی (۱۲)،<br/>مکانیک و مواد (۱۲)۲،<br/>۵ درس انتخابی هر کدام ۱۲<br/>واحد که هر درس آن باید بر<br/>اساس نظر استاد راهنما و در<br/>راستای گرایش اخذ شود (۶۰)</p> |

جدول ۴: دروس دوره کارشناسی مهندسی مکانیک

| انگلستان (Imperial College)  |  | کشور      |
|--|--|-----------|
| محاسبات، مکاترونیک، مواد- ساخت و طراحی، ریاضیات، مکانیک جامدات، آزمایشگاه مکانیک، حرارت و سیالات، توانایی حرفه‌ای (گزارش نویسی)                        |  | سال اول   |
| طراحی و ساخت، الکترونیک، اندازه گیری و کنترل، محاسبات، ریاضیات، مکانیک جامدات، حرارت و سیالات، توانایی حرفه‌ای (مدیریت افراد در سازمان - ارتباط شفاهی) |  | سال دوم   |
| دروس اجباری  | دروس اختیاری   | سال سوم   |
| مکانیک سیالات، مهندسی انرژی، سیستم دینامیک   | تحلیل تنش، پایه‌های مکانیک شکست، ساختمان- مشخصات و کاربرد پلیمرها، طراحی و ساخت، مکانیک محیط‌های پیوسته، برنامه نویسی کامپیوتر $C^{++}$ ، میکرو پروسور، جوشکاری و اتصالات، تریبولوژی، ریاضیات، استاتیک |           |
| تکنولوژی رآکتور هسته‌ای، تکنولوژی انتقال مکانیکی، تکنولوژی ساخت پلیمرها  | تحلیل تنش پیشرفته، کنترل پیشرفته، مکانیک شکست پیشرفته، ارتعاش مهندسی پیشرفته، دینامیک سیالات محاسباتی (CFD)، احتراق، نیرو محرکه خودروه‌ها، تحلیل داده‌ها، تحلیل و کاربرد المان محدود                   | سال چهارم |

جدول ۴: دروس دوره کارشناسی مهندسی مکانیک

| استرالیا (Sydney)   |   | کشور      |
|---|---|-----------|
| <p>حساب دیفرانسیل (۳)، جبر خطی (۳)، کامپیوتر مهندسی (۶)، مقدمه‌ای بر مهندسی مکانیک (۶)، مهندسی حرفه‌ای ۱ (۶)، حساب انتگرال و مدل کردن (۳)، آمار (۳)، مکانیک مهندسی (استاتیک - دینامیک) (۶)، کاربردهای مهندسی (۶)، ساخت مکانیکی (۶)</p>  |   | سال اول   |
| <p>حساب برداری و ریاضیات خطی (۶)، مبانی مهندسی برق (۶)، مکانیک جامدات ۱ (۶)، دینامیک مهندسی (۶)، مقدمه‌ای بر معادلات دیفرانسیل (۶)، مواد ۱ (۶)، طراحی مکانیکی ۱ (۶)، سیالات و ترمودینامیک (۶)، مقدمه‌ای بر معادلات دیفرانسیل (۶)، طراحی مکانیکی ۱ (۶)، سیالات و ترمودینامیک (۶)</p> |   | سال دوم   |
| <p>مکانیک جامدات ۲ (۶)، کنترل و دینامیک سیستم‌ها (۶)، مکانیک سیالات (۶)، مهندسی ساخت (۶)، مدیریت مهندسی (۶)، طراحی مکانیکی ۲ (۶)، مواد ۲ (۶)، مهندسی حرارت (۶)</p>  |   | سال سوم   |
| دروس اجباری   | دروس اختیاری (۲۱ واحد از دروس زیر)  |           |
| <p>مهندسی حرفه‌ای ۲ (۳)،<br/>تذ A (۶)،<br/>کارآموزی (۰)،<br/>تذ B (۶)</p>   | <p>دینامیک سیالات محاسباتی CFD (۶)، کنترل صدا و آکوستیک در محیط (۳)، انرژی و محیط زیست (۶)، تهویه مطبوع (۳)، امنیت آتش سوزی (۳)، مواد مهندسی پیشرفته، تحلیل و طراحی پیشرفته ۱ (۳)، مدیریت مهندسی و صنایع (۳)، ارگونومیک صنعتی (صنایع) (۳)، مقدمه‌ای بر تحقیق در عملیات (۳)، طراحی طول عمر محصول (۶)، قانون کار در استرالیا (۳)، بیومکانیک و بیومواد (۶)</p> <p>در ضمن دانشجویان باید ۱۲ واحد به‌طور آزاد از رشته‌های را دیگر انتخاب کنند.</p> | سال چهارم |

جدول ۵: دروس دوره‌های کارشناسی ارشد و دکتری مهندسی مکانیک

| ایران      |  |  |  |
|------------|--|--|--|
| دروس عمومی | ریاضیات پیشرفته I (۳)، مکانیک محیط پیوسته I (۳)، محاسبات عددی پیشرفته (۳)، دو درس از مجموعه دروس زیر (۶):<br>طراحی اجزای پیشرفته، الاستیسیته، دینامیک پیشرفته، ارتعاشات سیستم‌های ممتد و روش اجزاء محدود   |  |  |
|            | دروس تخصصی   | کارشناسی ارشد  |  |
|            | طراحی کاربردی  | تبدیل انرژی  | ساخت و تولید   |
|            | تحلیل تجربی تنش I، مقاومت مصالح پیشرفته، تئوری ورق و پوسته، روش اجزاء محدود I، الاستیسیته - پلاستیسیته، ویسکوالاستیسیته، ترموالاستیسیته، تغییر شکل فلزات، برش فلزات، خزش و شکست، مکانیک محیط پیوسته II، رفتار مکانیکی مواد، طراحی بهینه قطعات مکانیکی، طراحی به کمک کامپیوتر پیشرفته، طراحی ابزار، طراحی اجزاء پیشرفته، طراحی ماشین‌های سنگین، | مکانیک سیالات پیشرفته، هدایت، جابه‌جایی، تشعشع، ترمودینامیک پیشرفته، ترمودینامیک آماری، جریان دو فازی، دینامیک گازها، دینامیک سیالات محاسباتی، موتورهای احتراقی، ریاضیات پیشرفته II، هیدرودینامیک روغنکاری، تئوری لایه‌های مرزی، توربولانس، جریان چسپنده، انرژی و محیط زیست، توربو ماشین (هر درس ۳ واحد است) | متالورژی تولید، ماشینکاری و ابزار، سیستم‌های تولید هوشمند، آنالیز شکل دهی فلزات، سیستم‌های الکترو مکانیک، مباحث منتخب در ماشینکاری، برش فلزات، تغییر شکل فلزات، عملیات حرارتی، جوشکاری پیشرفته، مکاترونیک، مباحث منتخب در بیومکانیک، مهندسی فاکتورهای انسانی، خستگی، خزش و |
|            | پروژه کارشناسی ارشد (۶) سمینار (۲)   |  |  |

| ایران  |  |   |  |
|--|--|---|--|
| شکست،<br>روش های تولید<br>پیشرفته<br>(هر درس ۳ واحد<br>است.)<br>پروژه کارشناسی<br>ارشد(۶)<br>سمینار(۲) |  | طراحی مکانیزم های<br>پیشرفته، دینامیک پیشرفته،<br>سینماتیک اتصالات<br>میله ای، پایداری سیستم های<br>مکانیکی، سیستم های<br>دینامیکی، ارتعاشات<br>پیشرفته، کنترل خود کار<br>پیشرفته، تحلیل<br>آزمایش های مهندسی،<br>اقتصاد مهندسی،<br>بیومکانیک، ریاضیات<br>پیشرفته II، مباحث منتخب<br>در طراحی کاربردی،<br>تحقیق در عملیات،<br>هیدرودینامیک روغنکاری،<br>عملیات حرارتی، مکانیک<br>سیالات پیشرفته، روش های<br>انرژی، مواد مرکب،<br>رباتیک، مباحث منتخب در<br>رباتیک، مکانیک ضربه I،<br>مکانیک ضربه II،<br>روش های اجزاء محدود<br>II، روش های پژوهش،<br>آنالیز مودال |  |



| ایران   |  |                          |  |       |
|---|--|--------------------------|--|-------|
|   |  | (هر درس ۳ واحد می باشد.) |  |       |
|   |  | پروژه کارشناسی ارشد(۶)   |  |       |
|   |  | سمینار(۲)                |  |       |
| ۱۲ تا ۲۴ واحد از دروس کارشناسی ارشد، تز دکتری ۲۰ واحد |  |                          |  | دکتری |
| (در دانشگاه‌های مختلف متفاوت است)                     |  |                          |  |       |

جدول ۵: دروس دوره‌های کارشناسی ارشد و دکتری مهندسی مکانیک

| آمریکا (MIT)      |                  |                  |               |                 |                             |
|-------------------|------------------|------------------|---------------|-----------------|-----------------------------|
| آکوستیک           | مکانیک محاسباتی  | دینامیک غیر خطی  | مکانیک جامدات | مکانیک سیالات   |                             |
| آکوستیک،          | مقدمه‌ای بر شبیه | دینامیک          | مکانیک مواد   | هیدرودینامیک،   | کارشناسی<br>ارشد و<br>دکتری |
| آکوستیک           | سازی عددی،       | غیر خطی پیشرفته، | جامد،         | مکانیک سیالات   |                             |
| سازه‌های زیر      | روش‌های          | امواج غیر خطی،   | پلاستیسیته،   | پیشرفته،        |                             |
| دریایی، انتشار    | بهبودسازی،       | طراحی سیستم‌های  | الاستیسیته،   | آثر و دینامیک   |                             |
| امواج، دینامیک    | اصول مهندسی      | کنترل غیر خطی،   | روش‌های       | سیالات چسبنده،  |                             |
| سیالات تراکم      | نرم افزار،       | دینامیک          | انرژی،        | دینامیک سیالات، |                             |
| پذیر، سیگنال      | اطلاعات،         | سیستم‌های غیر    | آثر و         | دینامیک سیالات  |                             |
| پروسسینگ          | محاسبات و        | خطی، روش‌های     | الاستیسیته،   | تراکم           |                             |
| پیوسته و          | کنترل، محاسبات   | تحلیل پیشرفته در | تئوری ورق و   | پذیر، جریان     |                             |
| غیر پیوسته،       | کوانتوم،         | مهندسی، انتشار   | پوسته،        | مغشوش، اصول     |                             |
| دریافت کننده،     | مکانیک           | موج، روش‌های     | دینامیک       | مدلسازی         |                             |
| آنتن و سیگنال،    | سازه‌ها، دینامیک | عددی حل          | سازه‌ای       | احتراق، مکانیک  |                             |
| مقدمه‌ای بر زلزله | سازه‌ای پیشرفته، | معادلات          | پیشرفته،      | سیالات عددی،    |                             |
| شناسی، سیال       | روش‌های          | دیفرانسیل        | مکانیک        | هیدرودینامیک    |                             |

| آمریکا (MIT)                        |   |                              |   |   |
|-------------------------------------|---|------------------------------|---|---|
| آکوستیک                             | مکانیک محاسباتی   | دینامیک غیر خطی              | مکانیک جامدات                                 | مکانیک سیالات                           |
| تراکم پذیر، آکوستیک                 | عددی در ریاضیات   | جزئی، معادلات دیفرانسیل جزئی | سازه‌ها، طراحی سازه                           | ماکرو مولکولی، امواج و دینامیک غیر خطی، |
| شنوایی و گفتاری، اصول               | کاربردی، هیدرو  | کاربردی، روش‌های             | مکانیک  | دینامیک امواج                           |
| تصویر برداری از سطح باشعه           | روش‌های کامپیوتری در  | محاسباتی در مکانیک           | سازه‌های در تکنولوژی                          | سطحی، مکانیک محیط‌های پیوسته،           |
| مجهول، رادار، فرا                   | دینامیک،  | کلاسیک.                      | نیروگاه                                       | مکانیک سیال                             |
| پندهای تصادفی، آکوستیک              | مکانیک مواد،  | (هر درس ۱۲ واحد است)         | هسته‌ای،                                      | تراکم پذیر (هر درس ۱۲ واحد است)         |
| امواج، روش‌های تحلیل پیشرفته        | تئوری مولکولی و شبیه‌سازی، مکانیک                               | تز کارشناسی ارشد (۲۴)        | سازه‌ها، طراحی                                | تز کارشناسی ارشد (۲۴)                   |
| در علوم مهندسی (هر درس ۱۲ واحد است) | محاسباتی مواد، کنترل و آنالیز سازه‌ها،                          | تز دکترا (۷۲)                | سازه‌های بتونی، کنترل و آنالیز                | تز دکترا (۷۲)                           |
| تز کارشناسی ارشد (۲۴)               | مدل‌سازی کامپیوتری مواد، مکانیک آماری                           |                              | سازه‌ها، ارزیابی غیر مخرب مواد و سازه‌ها،     |   |
| تز دکترا (۷۲)                       | مکانیک سیالات، محاسباتی، مکانیک کوانتوم محاسباتی، اصول مدل‌سازی |                              | المان محدود، مکانیک محیط‌های پیوسته - روش‌های |   |

| آمریکا (MIT) |   |                 |  |               |  |
|--------------|---|-----------------|--|---------------|--|
| آکوستیک      | مکانیک محاسباتی   | دینامیک غیر خطی | مکانیک جامدات  | مکانیک سیالات |  |
|              | احتراق، فرایند اطلاعات در سیستم‌های مهندسی، روش‌های عددی حل معادلات دیفرانسیل جزئی (هر درس ۱۲ واحد است) تر کارشناسی ارشد (۲۴) تز دکترا (۷۲) |                 | عددی در دینامیک، شکست و خستگی، مکانیک محاسباتی مواد، تغییر فرم و شکست پلیمرها، رفتار مکانیکی مواد، رفتار مکانیکی مواد پیشرفته، متالورژی فیزیک مدرن، تئوری مکانیک خاک، سیستم‌های ماکروالکترومکانیک، بیومکانیک، مکانیک شکست مواد |               |  |

| آمریکا (MIT) |                 |                 |   |               |  |
|--------------|-----------------|-----------------|---|---------------|--|
| آکوستیک      | مکانیک محاسباتی | دینامیک غیر خطی | مکانیک جامدات   | مکانیک سیالات |  |
|              |                 |                 | مرکب، رفتار مکانیکی پلاستیک ها (هر درس ۱۲ واحد است) تز کارشناسی ارشد (۲۴) تز دکترا (۷۲) |               |  |

جدول ۵: دروس دوره‌های کارشناسی ارشد و دکتری مهندسی مکانیک

| انگلستان (MACE) |  |               |
|-----------------|--|---------------|
|                 | طراحی مهندسی مکانیک  |               |
|                 | <p>طراحی مهندسی (۳۰)، تحلیل طراحی (قابلیت اطمینان و تعمیر، بهینه‌سازی طراحی) (۱۵)، تحلیل تنش الاستیک، پلاستیک (الاستیسیته، پلاستیسیته) (۱۵)، روش‌های عددی (المان محدود، محاسبات عددی) (۱۵)، انتخابی (یکی از دو مورد):</p> <p>مهندسی ضربه (ضربه در سازه‌ها، جذب انرژی ضربه‌ای) (۱۵)، مواد مرکب (مواد مرکب ۱، مواد مرکب ۲) (۱۵)، پروژه تحقیقاتی (۹۰)</p> | کارشناسی ارشد |
|                 |  | دکتری         |

جدول ۵: دروس دوره‌های کارشناسی ارشد و دکتری مهندسی مکانیک

| استرالیا (Sydney) |  |                      |
|-------------------|--|----------------------|
|                   | فناوری مواد نو   |                      |
|                   | <p>مواد هوشمند (۶)، مکانیک شکست (۶)، حسگرهای تحلیل و ثبت سیگنال سازه‌ها (۶)، تحلیل ماکرو و میکروسکوپی مواد (۶)، تریبولوژی پیشرفته (۶)، تحلیل میکرون (۶)، پروژه ۱ در فناوری مواد نو (۶) پروژه ۲ در فناوری مواد نو (۶)</p> | <p>کارشناسی ارشد</p> |
|                   | <p>دوره دکتری در استرالیا و دانشگاه سیدنی شامل حداقل ۳ سال تحصیلی (تزدکتری) است.</p>   | <p>دکتری</p>         |

جدول ۶: تعداد واحدهای آموزشی دوره کارشناسی مهندسی مکانیک

|                       |  |  | کشور     | ردیف |
|-----------------------|--|--|----------|------|
| همه دانشگاه‌ها<br>۱۴۲ |  |  | ایران    | ۱    |
| Michigan              | UIUC   | MIT  | آمریکا   | ۲    |
| ۱۲۸                   | ۱۳۲  | ۳۷۲-۳۸۷<br>در این دانشگاه ۱۲<br>واحد معادل ۳<br>واحد است |          |      |
| Imperial<br>College   | MICE   | Cambridge  | انگلستان | ۳    |
| ۴ سال                 | ۴ سال  | ۴ سال  |          |      |
| Mannheim              | Hannover   | Esslinger  | آلمان    | ۴    |
| ۱۸۵                   | ۲۱۰  | ۱۶۰  |          |      |
| Wollongong            | Melbourne  | Sydney   | استرالیا | ۵    |
| ۱۹۲<br>۴ سال          | ۶۰۰<br>۶ سال (هر سال ۲<br>ترم) هر درس ترم<br>۱۲/۵ واحد | ۱۹۲<br>۴ سال   |          |      |





محمود شاکری، محمد حسین یاس، محمد محمدی اقدم و منوچهر صالحی ۱۱۹

۱۲۰ گوناگونی آموزشی مهندسی مکانیک

محمود شاکری، محمد حسین یاس، محمد محمدی اقدم و منوچهر صالحی ۱۲۱



محمود شاکری، محمد حسین یاس، محمد محمدی اقدم و منوچهر صالحی ۱۲۳



فصلنامه آموزش مهندسی ایران، شماره ۳۳، سال نهم، ص ۸۷-۱۲۳