

## آموزش مهندسی مکانیک و فناوری‌های نوین

محمود یعقوبی  
دانشکده مهندسی، دانشگاه شیراز

**چکیده:** بی شک، حرفه مهندسی سهم عمده‌ای در توسعه اقتصادی و اجتماعی هر کشور داشته و دارد. در میان گروه‌های مختلف مهندسی، مهندسی مکانیک نقش ویژه‌ای در میان دست اندرکاران صنعت و فناوری ایفا می‌کند. تعامل این نقش با سایر گروه‌های مهندسی، با مدیران، با صاحبان صنعت، با اقتصاددانان، با تجار و بالاخره، با عموم مردم که مصرف کننده تولیدات صنعتی هستند، سبب شده است تا ارتقای کیفی و کمی آموزشی آن همیشه مورد توجه سیاستگذاران علم و تکنولوژی قرار گیرد. با شکل‌گیری سه تکنولوژی برتر در زمان حاضر؛ یعنی نانو تکنولوژی، بیوتکنولوژی و تکنولوژی اطلاعات از یک سو و مباحث محیط زیست، انرژی و رقابت‌پذیری از سوی دیگر همه مسئولان آموزشی را متوجه کرده است که شیوه‌های موجود آموزشی پاسخگوی تکنولوژی‌های جدید که با سرعت تغییر می‌کند نیست، بلکه آموزش مهندسی مکانیک باید بتواند خود را در این رقابت ملی و بین‌المللی تقویت و متناسب با نیازهای جامعه ملی و بین‌المللی هماهنگ کند.

در این مقاله ضمن پرداختن به ویژگی‌ها، تکنولوژی‌ها و چشم اندازه‌های صنایع جدید و توسعه ارتباطات بین‌المللی، نمونه‌هایی از تغییر و تحول در آموزش مهندسی مکانیک و استراتژی‌های جدیدی که برای اصلاح آن صورت گرفته، ارائه شده است، با این امید که این تجربه‌ها بتواند در خدمت گروه‌های مهندسی مکانیک کشور برای ارتقای آموزش مهندسی مکانیک قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: فناوری نوین، جهانی شدن، سیاستگذاری آموزشی، مهندسی سبز و صنعت.

## ۱. مقدمه

در دهه اول قرن بیست و یکم شاهد بروز شگفتی‌های زیاد ناشی از جهانی شدن از جمله فناوری‌های جدید، محصولات جدید و شیوه‌های جدید آموزش هستیم. در مرحله‌ای از تاریخ فناوری قرار داریم که کالایی در یک گوشه از جهان طراحی می‌شود، قطعات آن در چند گوشه دیگر جهان ساخته می‌شود و خود کالا در یک کشور دیگر مونتاژ می‌شود. به تدریج، در جهان سهم فرهنگ‌های مختلف در ساخت یک کالا افزایش می‌یابد. مهندسان در یک کشور، طراحی و مشاوره برای ساخت یا تولید محصولی در کشور دیگری انجام می‌دهند. با این شرایط واژه مهندسی برتر جهانی<sup>۱</sup> در میان صاحب‌نظران دانشگاه‌ها مطرح شده است [۱]. این واژه برای تمام گروه‌های مهندسی، به خصوص برای آموزش مهندسان مکانیک که در توسعه صنعت و فناوری جدید جایگاه ویژه‌ای دارند، بسیار مورد توجه است.

برای حفظ موقعیت برتر مهندسی دو هدف دنبال می‌شود [۲]:

۱. در تمام فعالیت‌های آموزشی موجود عالی‌ترین شرایط آموزشی وجود داشته باشد؛
۲. جستجو برای حرکت به سمت دیدگاه‌ها و مزرهای جدید یا موقعیت جدید علمی و فناوری مربوط وجود داشته باشد.

فناوری‌های نوین تقریباً در زندگی تمام جوامع توسعه یافته نقش بسزایی پیدا کرده است. تکنولوژی امکان جابه‌جایی تعداد چشمگیری از نوع بشر را به دورترین نقاط این کره خاکی در عرض چند ساعت ایجاد و برقراری ارتباط با تقریباً هر کس در هر جای دنیا و همچنین، زندگی طولانی‌تر و بهتر از آنکه اشراف در قرن‌های گذشته می‌توانستند در رؤیاهای خود داشته باشند، فراهم کرده است. اما فواید فناوری به صورت یکنواخت توزیع نشده‌اند. لندرز در کتاب خود به نام "فقر و ثروت ملت‌ها" [۳] در این خصوص بحث می‌کند که وجود آگاهی و دانش انجام دادن کارهاست که نشان می‌دهد کشوری چقدر

ثروتمند است. وی یاد آور می‌شود که منابع، غنای میراث فرهنگی، سنت‌های رفیع و عالی یا سنت‌های نظری یک کشور نیست که ارزشمند است، مهم این است که ساکنان یک کشور چه می‌دانند و چگونه از این دانش استفاده می‌کنند. مثلاً آمریکا کشوری است که هم از نظر منابع طبیعی بسیار غنی است و هم افراد آن قدرت خلاق دارند. اما واضح است که این کشور برای نگه‌داشتن برتری اقتصادی خود در قرن جدید دچار چالش جدی خواهد شد و بنابراین، نوآوری‌های تکنولوژی بیش از همیشه برای آنها مهم خواهند بود. همه دست‌اندرکاران آموزش مهندسی متقاعد شده‌اند که بدون همکاری‌های بین‌المللی دستیابی و مشارکت جمعی و تلاش دانشجویان، اعضای هیئت علمی و مدیران صنایع توسعه آموزش مهندسی برای ارضای نیازهای صنعت امکان‌پذیر نخواهد بود [۴]. جهانی سازی اقتصاد باعث ایجاد بازارهای جدید برای محصولات و خدمات شده است. پیشرفت‌های مذکور همچنین، باعث به‌وجود آمدن نیروی کار تحصیل کرده در گروه علوم و مهندسی به صورت ارزان شده است. در واقع، مهندسان تمام عمرشان را به حل مسائل صرفاً تکنیکی و فنی اختصاص نمی‌دهند. اغلب مسائل مهندسی در محدوده وسیعی از ناحیه فنی و غیر فنی متغیرند. محدوده غیر فنی شامل مسائل محیطی، سیاسی، اقتصادی، اجتماعی، حکومتی و غیره است که غالباً به طریق پیچیده‌ای با هم ارتباط دارند. بنابراین، احساس می‌شود که دانشجویان مهندسی و مهندسان باید به شیوه جدید در باره مسائل شغلی آینده‌شان فکر کنند.

## ۲. آموزش مهندسی مکانیک و پیچیدگی صنعتی

در صنعت امروز نسبت به صنعت چند دهه قبل تغییرات زیادی ایجاد شده است. تکنولوژی‌های چند دهه قبل با تکنولوژی جدید اختلاف زیادی دارند. در شکل‌های ۱ تا ۸ چند نمونه از صنعت چند دهه گذشته و چند نمونه از صنعت در حال حاضر نشان داده شده است. به موازات تغییرات یاد شده، در آموزش مهندسی از جمله آموزش مهندس مکانیک هم تغییرات زیادی رخ داده است. تعریف مهندسی مکانیک نیز در حال بسط و

گسترش است. بسیاری از محورهای آموزشی گذشته در حال حاضر تغییر کرده و موضوعات جدید و فناوری‌های جدیدی شکل گرفته‌اند. آموزش مهندسی مکانیک تحت تأثیر آنها قرار گرفته است و ساختار آموزشی چند دهه قبل پاسخگوی نیاز فناوری‌های جدید نیست. بخشی از مهندسان مکانیک امروزه در حال تجزیه و تحلیل کارکرد ماهیچه‌ها، ایجاد Interface برای اعصاب مصنوعی، ایجاد محیط‌های مجازی، ساخت نانو ماشین‌ها، تشخیص‌های طبی در حد نانو، تهیه قوانین فیزیکی واقع‌گرایانه برای بازی‌های ویدئویی، هوشمند سازی مواد، سیستم‌ها، دستگاه‌ها و ابزارها و طراحی و ساخت با<sup>۱</sup> CAD/CAM/CAE<sup>۲</sup> هستند.

طبق برآورد یکی از استادان مکانیک دانشگاه برکلی کالیفرنیا، مهندسان مکانیک بیشتر از نیمی از نرم‌افزارهای شبیه‌سازی و صنعتی دنیا را کد نویسی کرده‌اند. همچنین، مهندسان مکانیک به علت داشتن پیش زمینه ذهنی برای مدیریت و اجرای پروژه‌های طراحی، کنترل و تولید برای اجرای پروژه‌های پیچیده انتخاب‌های بسیار مناسبی هستند. اما بسیاری از فارغ التحصیلان مکانیک هنگامی که وارد بازار کار می‌شوند توانایی‌های لازم برای کار با سیستم‌های مهندسی دنیای واقعی را که شامل ارتباطات پیچیده‌ای با دیگر رشته‌هاست، دارا نیستند. متأسفانه، مباحث درسی سنتی مهندسی مجموعه‌ای از دروس است که سیستم‌های ساده را آموزش می‌دهند. هیچ تأکیدی بر پیچیدگی واقعی این سیستم‌ها؛ یعنی چگونگی عملکرد متقابل آنها با سیستم‌های دیگر صورت نمی‌گیرد. در هر حال، این حرفه به دنبال تعریف دوباره خود و تربیت مهندسان مکانیک برای آینده است، چون آینده این شغل در حال تغییر است، تغییراتی که طی ده‌های گذشته رخ داده است. بحرانی که با گسترش شبکه اینترنت پیش آمده، باعث شده است تا تعداد زیادی از مهندسان شغلشان را از دست بدهند و از آن بدتر بسیاری از شغل‌های مهندسی به خارج از یک کشور منتقل شود؛ یعنی

---

1 . CAE: Computer-Aided Engineering

2 . CAD: Computer-Aided Design, CAM: Computer-Aided Manufacturing

جاهایی که کار حرفه‌ای فراهم تر است. این مسئله در اکثر کشورهای پیشرفته نیز وجود دارد. از جمله کشورهای دارای شغل مناسب هند است که سیستم آموزشی آن مهندسان حرفه‌ای بسیار خوب و مسلط به زبان انگلیسی ترتیب می‌کند. بنابراین، در آن زمان برای رفع این مشکل عمده کار مهندسی انتقال یافته از کشورهای پیشرفته به خارج (off shore) از جمله به کشور هند سپرده شده است. هندی‌ها اخیراً علاوه بر نوشتن کدهای نرم افزاری و دادن سرویس‌های فنی، به کار روی پروژه‌های بزرگ‌تر و پیچیده نیز پرداخته‌اند. قسمت دیگری از کارهای مهندسی نیز به کشورهای چین و اروپای شرقی سپرده شده است. طبق نظر یکی از برنامه‌ریزان آکادمی ملی علوم مهندسی آمریکا در واقع، پیشروی کار به سمت جهانی سازی است و باعث پیشرفت کشورهای فقیر و واگذاری بیشتر کارها به آنها می‌شود. از جمله انتقال سرویس‌های مهندسی شرکت‌ها به خارج از آمریکا در ادامه انتقال خط تولید به خارج از آن کشور بود که در طول دهه ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰ انجام گرفت و باعث کاهش شغل مهندسی مکانیک در آمریکا شد. در عین حال، پس از مدتی پیگیری سیاست جاری بساز و بفروش به این نتیجه رسیدند که بهتر است تمام خدمات مهندسی و کارهایی که دقیقاً تکرار و کپی برداری کارهای قبلی هستند یا نیاز به موضوعات سطح بالای مهندسی ندارند، به مهندسان خارجی ارجاع داده شوند. در ادامه برای نگهداری شغل‌های مهندسی در کشور استراتژی تشویق مهندسان به حرکت به سمت موقعیت‌های درگیر طراحی و خلاقیت بیشتر در نظر گرفته شده است. در بازار جهانی نیز توزیع شغل نامتعادل است. اینترنت پرسرعت نیز با هزینه کم در دسترس است. همزمان با این امر، مهندسان در همه جا به ابزارهایی دسترسی دارند که ارتباط و همکاری آنها را با هم آسان می‌کند، مانند CAD, email و غیره. بر این اساس، با کارآمدتر کردن سرویس‌های مهندسی و استفاده از ابزارهای جدید در آینده نیاز به تعداد مهندس کمتری خواهد بود.

اما سؤال این است که مهندسان مکانیک چگونه با این چشم انداز کاری در حال تغییر روبه‌رو می‌شوند؟ در پاسخ به این سؤال می‌توان گفت که مجموعه مهارت‌های مورد نیاز مهندسان مکانیک در حال تغییر است، اما این به معنای منسوخ شدن مکانیک سنتی نیست.

بنا بر نظر یکی از استادان بازنشسته این رشته [۳] چنین پیشنهادی به معنای تغییر هشدار دهنده‌ای از واقعیت این حرفه است.

### ۳. واقعیت‌ها در آموزش مهندس مکانیک

۱. مهندسی مکانیک رشته‌ای فراگیر است و مهارت‌های پایه، بصیرت و دانشی که همراه آن است، این حرفه را بنیادی می‌سازد.
۲. اصول ترمودینامیک، قوانین نیوتن، انتقال حرارت و... از آن جدا شدنی نیستند. به جای منسوخ شدن موضوع درست برعکس است. هنوز دانش زیادی برای تسلط پیدا کردن باقی مانده و این چالشی بی‌انتهاست که تا آخر عمر کاری انسان ادامه دارد.
۳. توانایی حل مسائل و به کارگیری دانش مهندسی چیزی نیست که با اخذ مدرک به دست آید، بلکه نیاز به کسب مهارت‌های متنوعی دارد که باید پرورش یابند [۵].
۴. در واقع، مهندسان موفق همیشه در حال فراگیری مهارت‌های تازه و کارهایی هستند که به دانششان وسعت می‌بخشد.
۵. این رشته باید به تربیت افرادی کمک کند که توانایی آنها در دیدن ارتباط بین محدوده وسیعی از فعالیت‌ها، از آنها مدیرهای با قدرت تأثیرگذاری بالا می‌سازد.
۶. برای به دست آوردن این توانایی باید هسته کارکرد آموزش مهندسی را بر ارتباطات ذاتی بین رشته‌های کاملاً متفاوت مهندسی که بر پایه‌های مهندسی نوین قرار داشته باشد، مستقر ساخت و نه بر مهندسی مکانیک کلاسیک، چون آموزش مهندسی کلاسیک به تنهایی برای حل مسائل مهندسی امروزه کافی نیست.

### ۴. روند تغییرات در آموزش مهندسی مکانیک

تغییرات در صنعت که مهندسان مکانیک یکی از محورهای اصلی آن هستند، دچار تحولات زیادی شده است؛ برای نمونه یکی از ملاحظات آن مهندسان مکانیک طی چند دهه گذشته با آن روبه‌رو بوده‌اند، در نمودار ۱ آمده است. با توجه به موارد یاد شده و

بسیاری از تغییرات دیگر، گروه‌های آموزشی علایمی از لزوم تغییر در آموزش مهندسی دریافت می‌کنند که با سرعت گنج‌کننده‌ای به سویشان می‌آیند. به نظر می‌آید این سیگنال‌ها از همه جا می‌آیند و همیشه هماهنگ نیستند. این تغییرات ناشی از تغییرات به وجود آمده در مهندسی عملی است [۶]. این اعتقاد وجود دارد که دانشجویان مهندسی باید کار تیمی مهندسی و ارتباطات و درک موضوعات عمومی و همچنین، مهارت‌های غیرفنی دیگر را بهتر یاد بگیرند [۷]. در ساختار فعلی تحصیلی ابتدا به ریاضیات و علوم پایه پرداخته می‌شود و دروس مهندسی به تعویق می‌افتند و موضوعاتی از قبیل اینکه راه‌حل‌های مهندسی چگونه بر جامعه تأثیر می‌گذارند نیز نادیده گرفته می‌شوند. امروزه، دانشگاه‌ها خواهان جذب افرادی هستند که:

۱. اشتیاق و آرزوی مهندس موفق شدن را با درجات بالاتر و حرفه‌های برتر جستجو می‌کنند.
  ۲. کسانی که می‌خواهند شرکت‌هایی تأسیس کنند.
  ۳. کسانی که اعتقاد دارند آموزش‌های فنی آنها را آماده می‌کند تا به روش‌های مختلف به مردم کمک کنند.
  ۴. کسانی که باور دارند آموزش فنی به آنها کمک می‌کند تا راه‌های متنوعی برای بروز خلاقیت‌هایشان پیدا کنند.
  ۵. کسانی که می‌خواهند تأثیری بر چگونگی اداره و تشکیلات جامعه داشته باشند.
  ۶. کسانی که درک می‌کنند آموزش‌های فنی می‌تواند سکوی جهش برای مشاغل هیجان‌انگیز در آینده باشد.
- این ویژگی‌ها هرگز در آموزش مهندسی چند دهه گذشته مطرح نبوده است.



#### نمودار ۱ - روند ملاحظات مختلف در تولید

با ملاحظه آموزش مهندسی مکانیک در کشور برنامه دروس مهندسی مکانیک برای مدت‌های مدیدی بدون تغییر و دست نخورده مانده است. اگر فهرستی از واحدهای مورد نیاز این رشته تهیه کنیم، خواهیم دید که این فهرست برای کسانی که حدود ۳۰ یا ۴۰ سال پیش مدرک مهندسی مکانیک خود را اخذ کرده‌اند نیز آشناست. برای مثال، کتاب هولمن در انتقال حرارت که در سال ۱۹۶۳ برای اولین بار چاپ شد، هنوز هم کاربردهای وسیعی دارد و در عین حال که قسمتی از مطالب آن تغییر یافته، خط مشی اصلی آن دست نخورده باقی مانده است.

در واقع، نمی‌توان گفت که برنامه دروس مکانیک تحول پیدا نکرده است، بلکه در مقابل تغییرات سریع و ظهور تکنولوژی‌ها و ابداعات جدید، تغییرات آن اندک بوده است. همان‌طور که ذکر شد، این تغییرات ناشی از تغییر کاربردهای مهندسی و کاربردهای

جدید مهندسی عملی است. برای مثال، می‌توان از تغییرات زیر نام برد:

۱. تکنولوژی اطلاعات که محیط فنی کار مهندسان را به کلی تغییر داده است؛



۲. قرار گرفتن تمرکز شرکت‌ها بر تجارت و اهداف تجاری؛
  ۳. به‌کارگیری محدوده وسیعی از رشته‌های دیگر در فعالیت‌های طراحی؛
  ۴. ظهور و بروز زمینه‌های جدید تکنولوژی مانند بیوتکنولوژی و تأثیر چشمگیر آنها بر طراحی محصولات و ساختارهای اجتماعی؛
  ۵. جهانی شدن و افزایش رقابت‌های بسیار در مهندسی کاربردی؛
  ۶. کوتاه شدن زمانی تولید یک محصول از محدوده ذهنی و تصور (بالقوه) به ساخت (بالفعل) آن، همراه با تغییر شغل مهندسان و تغییر سریع خدمات شرکت‌ها؛
  ۷. تغییر یافتن ترکیب دانشجویان ورودی به دانشگاه‌ها؛
  ۸. رقابتی شدن بسیار محیط کار برای مهندسان تازه فارغ التحصیل و نیاز به برقراری ارتباط توسط افراد به صورت مؤثرتر از گذشته.
- با توجه به این عوامل، آینده‌نگری و ایجاد تغییرات در آموزش مهندسی در جهت هماهنگی با این تغییرات روبه رشد به نظر امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر می‌رسد. برای کمک به درک این تغییرات می‌توان به تاریخچه تلاش‌های اخیر مدرسان مهندسی توجه کرد [۶].
- تا زمان جنگ جهانی دوم و بعد از آن، آموزش مهندسی مکانیک مثلاً در آمریکا کاربردی و وابسته به هندبوک‌های استاندارد بود. واحدهای آزمایشگاهی نیز تجربه‌های عملی دانشجویان را فراهم می‌کردند و ابداع و تغییرات بسیار کند بود. در طول سال‌های ۱۹۶۰ تا ۱۹۸۵، کامپیوتر وارد صحنه زندگی افراد شد. بودجه تحقیقاتی سرازیر شد و تحصیلات در این زمینه به حد انفجار رسید، اما عملاً دانشگاه‌ها برای ارزشیابی مجدد آموزش مهندسی تحت فشار نبودند. دوره زمانی ۱۹۹۹-۱۹۸۵ شاهد جهانی سازی سریع صنعت و رشد اقتصاد جهانی چند ملیتی هستیم. با مواجه شدن با رقابت‌های بین‌المللی در تولید محصولات با کیفیت، شرکت‌ها از قدرت محاسباتی طراحی (CAD/CAM) که از قبل در حال تهیه بود، سود جستند و بدین ترتیب، از تعداد مهندس کمتری برای انجام دادن کارها استفاده کردند. مدیران شرکت‌ها نیز متوجه شدند که دقت بیشتری روی کیفیت

مورد نیاز است. تا چند دهه گذشته نیز مطالعات دوره‌ای در خصوص آموزش مهندسی بسیار نادر بودند، شاید هر ده سال یک‌بار. از اواخر دهه ۱۹۸۰، تعداد زیادی تحقیقات در این زمینه نشان دهنده افزایش توجه به آموزش مهندسی است [۶].

##### ۵. نمونه‌هایی از آموزش مهندسی مکانیک نوین

تحقیقاتی در دانشگاه‌های مختلف در زمینه این موضوع؛ یعنی تغییر در روش آموزش مهندسی که اختصاصاً در این مقاله مهندسی مکانیک مدنظر است، صورت گرفته و روش‌های مختلفی برای عملی کردن آن به کار برده شده است. در ادامه به تعدادی از این روش‌ها و برنامه‌ها اشاره می‌شود.

##### الف- برنامه درسی برای زندگی

یکی از این برنامه‌ها را انجمن مهندسان مکانیک آمریکا و در خصوص چشم انداز آینده تدریس مهندسی مکانیک ارائه کرده‌اند. آنها چهار محور تغییرات را برتر می‌دانند:

۱. تکنولوژی‌های جدید سریع الظهور؛

۲. روندهای سریع ملی و جهانی شدن سریع الظهور؛

۳. اطلاعات جدید سریع الظهور؛

۴. چالش‌های اجتماعی قرن ۲۱.

با این تغییرات و ویژگی‌ها فرصت‌های جدیدی برای این حرفه ایجاد شده است. این چشم‌انداز پیشنهاد می‌کند که مجدداً فیزیک و شیمی به صورت سنتی، تنها واحدهای پایه این رشته قرار گیرند، اما از آنجا که در آستانه قرن‌ی قرار داریم که زیست‌شناسی نام گرفته است، یک واحد درسی زیست‌شناسی برای دانشجویان سال اول در نظر گرفته شده است. که دلیل آن هم تأکید بر سادگی و در عین حال پیچیدگی مسائلی است که این دانشجویان در آینده به عنوان مهندس با آن برخورد می‌کنند. بر این اساس، باید پیچیدگی کار و روابط اجتماعی را در طول تحصیل هر دانشجوی مهندسی جا داد.

هدف تدریس این واحد:

۱. معرفی زیست‌شناسی به دانشجویان مهندسی؛
۲. انجام دادن تمرینات گروهی و فعالیت‌های آموزشی، آزمایشگاهی و تکنولوژی؛
۳. برقراری ارتباط به منظور یکی کردن و مرتبط ساختن دور‌نمای سیستم‌ها با این واحد درسی.

برای ارزیابی این موضوع در قالب درسی به نام "زندگی چیست؟" به دانشجویان سال اول مکانیک ارائه شد. نظر اعضای هیئت علمی دانشگاهی که این برنامه در آنجا اجرا شد [۸]، درباره تدریس این موضوع در سال اول این بود که به دانشجویان پیچیدگی‌های زندگی شامل سیستم‌های زنده و همچنین، سیستم‌های مهندسی که ارتباط متقابل با سیستم‌های زنده دارند، نشان داده شود. به طور کلی، اهداف ارائه درس یاد شده به دانشجویان عبارت بود از:

۱. مطالعه سیستم‌های پیچیده و تأثیر آن بر شغل آینده آنها و در زندگی روزمره؛
۲. راهنمایی دانشجویان به سمت نگاه کردن به "تصویر بزرگ‌تر".

به دانشجویان آموزش داده می‌شد که ببینند چگونه طراحی‌ها و کارهایشان به عنوان یک مهندس در عین تأثیرپذیری از محیط می‌تواند بر محیط اطراف تأثیر بگذارد. هدف دیگر از قرار دادن این درس نیز الهام گرفتن از طبیعت در طراحی‌های دانشجویان بود. تعداد زیادی از دانشجویانی نیز که این واحد را گذراندند، به این نتیجه رسیدند که اگر بتوان ذهن دانشجویان را به ماورای مرزهای سیستم‌های معمولی و در نظر گرفتن تأثیرات متنوعی که طراحی‌های آنها می‌تواند بر جهان اطرافشان داشته باشد جلب کرد، احتمالاً تعداد بیشتری جذب رشته‌های مهندسی می‌شوند و توانایی کار آنها با سیستم‌های پیچیده نیز بالاتر می‌رود.

ب - برنامه ارائه چندین پروژه در خلال تحصیل

برنامه دیگری نیز که در یکی از دانشگاه‌های ایالات متحده اجرا شده است، بر شایستگی و

صلاحیت به عنوان نیاز اصلی اخذ مدرک تأکید دارد [۳]. دانشجویان برای اثبات شایستگی خود باید سه پروژه انجام دهند و تعدادی واحد پایه بگذرانند. تعداد واحدهای پایه کم است و قسمت اعظم اخذ مدرک باید با انجام دادن فعالیت‌های مختلف صورت گیرد و نه فقط با گذراندن واحدهای درسی. سه پروژه هسته اصلی برنامه جدید آموزشی را تشکیل می‌دهد: یک پروژه علوم انسانی که باید در سال دوم اجرا و در پایان ۵ واحد درسی هنری و انسانی مرتبط با آن اخذ شود. هر دانشجو با یک استاد کار و تلاش می‌کند تا این واحدها را با دقت در جزئیات برای به دست آوردن ایده‌ای از اینکه دانش چگونه به دست آمده است و چگونه می‌توان آن را به روش غیر تکنیکی تشریح کرد، انجام دهد. دو پروژه دیگر هر کدام سه واحد هستند و معمولاً در گروه‌های دو یا سه نفره دانشجویی انجام می‌شوند.

در پروژه دوم یا پروژه IQP<sup>۱</sup> که در سال سوم انجام می‌شود، دانشجویان وادار می‌شوند تا در مورد موضوعی به انتخاب خودشان تحقیق کنند و ببینند که چگونه علوم و تکنولوژی با ارزش‌ها و ساختارهای اجتماعی ارتباط متقابل برقرار می‌کند. هدف از اجرای این پروژه قادر ساختن دانشجویان به درک این موضوع است که به عنوان شهروندان و متخصصان حرفه‌ای تخصص آنها چگونه بر جامعه بزرگ تری که آنها عضوی از آن هستند، اثر می‌گذارد. بخش عمده‌ای از این پروژه‌ها در مراکز خارج از دانشگاه و حتی خارج از کشور انجام می‌شود. در این پروژه‌ها دانشجویان را استادانشان همراهی می‌کنند و نیز معمولاً توسط مؤسسات خیریه یا دولتی تأمین مالی می‌شوند.

پروژه سوم یا پروژه MQP<sup>۲</sup> که در سال آخر انجام می‌شود، مشابه پروژه پایانی تمام دانشگاه‌هاست و باید نشان دهنده مهارت‌ها، روش‌ها و دانش رشته مورد نظر در حل مسئله خاصی باشد که در حرفه آنها ممکن است پیش آید. برای جذابیت بیشتر رشته در سال اول درسی ارائه می‌شود که دانشجویان را مستقیماً و عمیقاً در فعالیت‌های مربوط به مهندسی درگیر می‌کند. دو واحد از مهم‌ترین بخش‌های این دروس که برای رشته مکانیک ارائه

---

1 . Interactive Qualifying Project

2 . Major Qualifying Project

می‌شود، عبارت‌اند از: یک واحد مقدماتی CAD و یک واحد مقدماتی ساخت و تولید. این دروس شامل طراحی و ساخت چند وسیله همراه با راهنمایی‌های Online هم برای کاربرد نرم افزارها و هم کاربرد ماشین آلات است. هدف از این کار تحریک خلاقیت و نوآوری و همچنین، ایجاد و توسعه مجموعه بزرگی از "پروژه‌های کوچک" است، به نحوی که گروه‌های مختلف دانشجویی بتوانند روی پروژه‌های مختلف کار کنند.

## ۶. سیاستگذاری انجمن مهندسان مکانیک آمریکا (ASME) در خصوص آینده مهندسی مکانیک

اعضای هیئت علمی ASME در سال ۲۰۰۴ یک نسخه از چشم‌انداز آینده آموزش مهندسی مکانیک را ارائه کردند که به طور خلاصه شامل موارد زیر است [۹]:

- هدف اصلی برنامه درسی مهندسی تهیه یک شالوده فکری است که براساس آن موقعیت شغلی موفقیت‌آمیز و یادگیری مادام‌العمر برای دانشجویان به وجود آید.
- برنامه درسی کنونی [با تأکید بر محدود کردن زمان اخذ مدرک به چهار سال] نمی‌تواند به کسب تخصص تکنیکی عمیق منجر شود، بلکه تنها می‌تواند به وسعت نظر و انعطاف‌پذیری تکنیکی و همچنین، ایجاد کسب مهارت‌های ذهنی لازم برای یادگیری مادام‌العمر منجر شود.
- اصول کلاسیک مهندسی مکانیک برای توسعه تکنولوژی‌های جدید مثلاً علوم زیستی و وسایل Micro - level همچنان ضروری هستند. مهندسان مکانیک نه تنها باید قدرت انتقال ذهنی لازم برای همکاری و سهیم شدن با سایر رشته‌های مختلف علمی برای توسعه و تکنولوژی را داشته باشند، بلکه باید سهم متخصصان دیگر رشته‌ها را نیز درک و از آنها استفاده کنند. نوآوری در محدوده‌های بیشتر برای تقویت حرفه مهندسی مکانیک حایز اهمیت است و این اهمیت به دلیل سهم مهندسان مکانیک در توسعه تکنولوژی‌های جدید است.

- با آگاهی به اینکه محدوده انتخاب در این رشته بسیار متنوع است، باید انتخاب‌های مناسب در حیطه مسئولیت آینده فرد صورت گیرد. با این هدف، برنامه درسی مهندسی مکانیک باید ماکزیمم انعطاف‌پذیری را برای نیازها و روش‌های متعدد داشته باشد، به طوری که با وظایف سازمان‌های مختلف و نیازهای مؤسسات گوناگون سازگار باشد.

- اما در این چشم‌انداز موضوعات و سؤالات کلیدی زیر نیز در خصوص آینده مهندسی مکانیک مطرح شده‌اند.

۱. این حرفه در حال حرکت به چه جهتی است؟
  ۲. چه کاری باید انجام داد تا دانشجویان شایسته‌ای که در حال وارد شدن به این حرفه هستند به خوبی جذب شوند؟
  ۳. هر فارغ‌التحصیل مهندسی چه چیزی را باید بداند؟
  ۴. هسته اصول فنی مهندسی مکانیک چیست؟
  ۵. ریاضی و علوم در زمینه تکنولوژی‌های جدید چگونه باید تدریس شوند؟
  ۶. چگونه می‌توان وسعت نظر و انعطاف‌پذیری تکنیکی را در قیود مهندسی جا داد؟
- دیدگاه‌های ارائه شده در زمینه این سؤالات نیز در این چشم‌انداز بالاخره به این صورت مطرح شده است که این حرفه به چه سمتی می‌رود؟
- با توجه به اینکه ریشه‌های کلاسیک مهندسی مکانیک عمدتاً از موارد زیر تشکیل شده‌اند:

۱. مکانیک (قرن ۱۷ و ۱۸)
  ۲. ترمودینامیک (قرن ۱۹)
- این ریشه‌ها در حدود بیشتر از یک قرن در محتوای مهندسی مکانیک انعکاس داشته و در برنامه دروس مهندسی مکانیک و بسیاری از انجمن‌ها از جمله استانداردهای مورد نظر ABET نیز در نظر گرفته شده‌اند. اما سیاست‌گذاری‌های جدید در آموزش مهندسی مکانیک و تجربیات حاصله از شیوه‌های جدید و چالش‌هایی که ذکر شد نشان می‌دهد که برای آینده علوم زیر نیز باید سر فصل دروس مد نظر قرار گیرند:

۱. علوم زیستی

۲. نانو تکنولوژی

۳. همکاری های بین المللی

۴. هسته و اصول فنی مهندسی مکانیک

در عین حال که برنامه های مهندسی مکانیک در حال بررسی و بازنگری سر فصل های درسی در برابر مقتضیات مدرنیزه شدن هستند، اصول تکنیکی و فنی نیز نیاز به بازنگری دارند که شامل علوم پایه و ریاضیات اند.

**بازنگری در علوم پایه:** در آستانه قرنیه که به نام قرن بیولوژی نام گرفته است، انجمن مهندسان مکانیک آمریکا ASME ممکن است درصدد بررسی مجدد برداشت سنتی خود برای در نظر گرفتن شیمی و فیزیک به عنوان تنها علوم پایه اساسی این رشته برآید.

**بازنگری در علوم ریاضی:** قابلیت های مورد نیاز در ریاضی و آمار تضمین کننده افزایش آزادی عمل برای پوشش دادن علایق وسیعی است که دانشجویان می توانند در آینده دنبال کنند.

چگونه می توان ریاضیات و علوم را در زمینه تکنولوژی های جدید تدریس کرد؟ اصول درونی ریاضیات و علوم پایه و همچنین، علوم مهندسی را می توان به صورت مؤثرتری در قالب واحدهای درسی بازنگری شده و مجدداً سازمان بندی شده در آورد و واحدهای درسی جدید یا واحدهای مشترک به صورت همکاری بین دو رشته مختلف ارائه شوند.

نوآوری در این جنبه نیز می تواند شامل موارد زیر باشد:

- روش های درون بخشی جامع برای بازسازی واحدهای درسی که استادان مهندسی و استادان علوم ریاضی به صورت مشترک با هم در این فرایند شرکت کنند؛
- تأکید بر کارآمدتر، جالب تر و هیجان انگیز تر کردن محتویات واحدهای درسی؛

- انعطاف پذیری در کاربردها مثلاً سیستم‌های زندگی به عنوان پایه اصول تدریس ترمودینامیک و انتقال حرارت و میکرو/نانومکانیک به عنوان پایه تدریس کلاس‌های آزمایشی و مقدماتی.

#### ۷. برنامه مهندسی مکانیک اروپا (Engin Europe)

کمیسیون اروپا بر این باور است که مهندسی مکانیک در اروپا با چالش روبه روست. رقابت شدید جهانی در صنایع مهندسی مکانیک آنالیز جدیدی را پیش روی مهندسی مکانیک قرار داده است [۱۰]. از دیدگاه کمیسیون اروپا مهندسی مکانیک نه تنها در اروپا بزرگ‌ترین بخش مهندسی است، بلکه در جهان ۴۱ درصد صنایع به مهندسی مکانیک وابسته و محصولاتی که توسط مهندسان مکانیک تولید می‌شود در سال ۲۰۰۳ در اروپا بالغ بر ۳۶۰ میلیارد یورو بوده است. در اروپا مهندسی مکانیک سبب اشتغال ۲/۴ میلیارد در ۲۳۰۰۰ شرکت یا کارخانه شده است و هر یک بیش از ۲۰ کارمند دارند.

با توجه به اهمیت و جایگاه فوق برنامه مهندسی مکانیک نیاز به بررسی ویژه دارد. مهندسی مکانیک در صنعت مانند کاتالیزور در میان جامعه مهندسان، مدیریت صنایع، مدیریت تولید، مدیریت تجاری و اقتصادی عمل می‌کند. هدف برنامه مهندسی اروپا افزایش مهارت‌های مختلف مهندسی و توسعه پژوهش است. استراتژی کمیسیون اروپا توسعه تحقیق و نوآوری است. در این خصوص، سیاست Engin Europe بر افزایش سهم تحقیقات از رقم ۱/۹ درصد ناخالص ملی به ۳٪ ناخالص ملی در سال ۲۰۱۰ قرار گرفته است.

#### ۸. جمع‌بندی

تکنولوژی‌های جدید صنعتی و سیاست‌های توسعه علم و فناوری کسب مهارت‌های جدیدی را برای مهندسان از جمله مهندسان مکانیک الزامی کرده است. برای رقابت در بازار کار، مهندسان مکانیک باید روی لبه پیشروی تکنولوژی باقی بمانند؛ یعنی جایی که



امروزه شامل پروژه‌هایی است که آمیزه‌ای از مکانیک با الکترونیک، علم مواد، شیمی و مهندسی بیومکانیک هستند. برای مثال، کاربرد الکترونیک و نرم افزار در سیستم‌های مکانیکی به صورت موقعیت جدیدی برای مهندسان مکانیک در آمده است. در هر صورت، در آینده باز هم تعریف مهندسی مکانیک دستخوش دگرگونی خواهد شد. لذا، برای آینده آموزش مهندسی مکانیک باید موارد زیر در نظر گرفته شود:

۱- نانوتکنولوژی یکی از موضوعات داغ و جنجالی قرن جدید خواهد بود. سیستم‌های میکرو الکترومکانیکی مانند سنسورها، actuator و accelerator صنعتی در حال گسترش هستند.

۲- مهندسان مکانیک باید نقش اساسی در پیدا کردن روش‌هایی برای به خدمت گرفتن سیستم‌هایی با قابلیت انطباق با مقیاس‌های متفاوت از نانو و میکرو متر تا میلی متر و مالتی متر ایفا کنند، لذا، آنها در گستره بزرگی از صنایع مختلف باید کارایی ایجاد کنند.

۳- بیو مکانیک نیز زمینه‌ای در حال گسترش در دستگاه‌های پزشکی است که در آینده چالش‌های آن مهندسان مکانیک را نیز درگیر جنبه‌هایی مانند استخوان مصنوعی، پوست، ماهیچه، اعصاب و حتی اعضای مصنوعی خواهد ساخت.

۴- همچنین، این فرصت وجود دارد که مهندسان مکانیک در مسائل صرفه جویی انرژی و کاهش مصرف مواد در آینده درگیر شوند، چنان که هم اکنون نیز در زمینه‌هایی از وسایل نقلیه گرفته تا سیستم‌های توزیع، ژنراتورها و پالایشگاه‌ها مشغول به کار هستند.

۵- موضوع مورد بحث در آینده مهندسی سبز و سازگار با محیط زیست است که این موضوع قطعاً زمینه کاری مهندسان مکانیک نیز خواهد بود.

۶- در نهایت، مهندسان مکانیک باید به این تحول ادامه دهند، آنها باید پروژه‌های خلاقانه و پیشرو و بی باکانه را رهبری کنند تا مکانیک در خط مقدم مهندسی باقی بماند.



شکل ۱: نمونه‌هایی از روند توسعه خودرو



(www.mech.kuleuven.beCAD CAM, process and production)

شکل ۲: نمونه‌هایی از فرایند تولید با سیستم CAD CAM



پښتونستان د علومو او انساني مطالعاتو فریښکي  
پرتال جامع علوم انساني



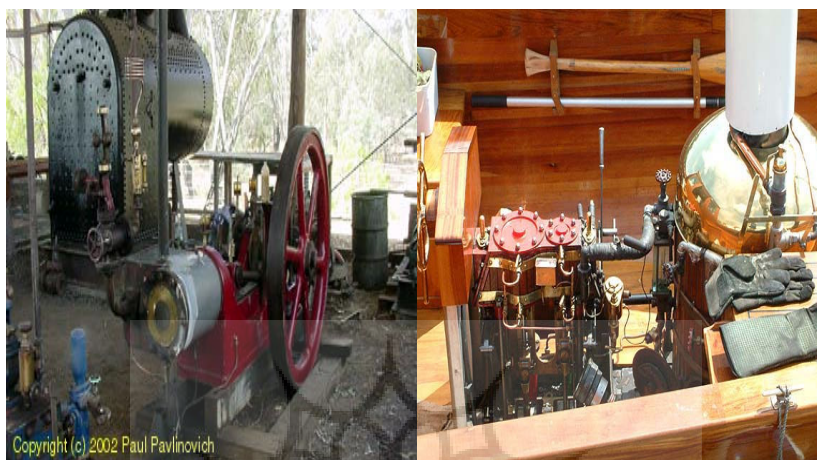
شکل ۳: نمونه‌ای از لایه گذاری سقف با PV به منظور عایق سازی ساختمان و تولید انرژی



شکل ۴: نمونه‌ای از کاربرد وسیع ربات‌ها



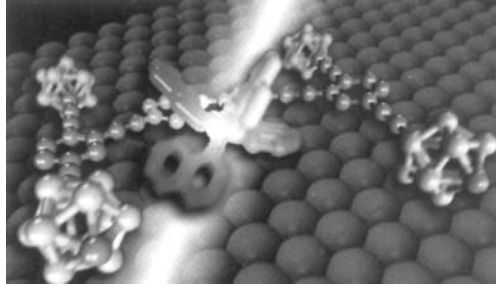
پښتونستان د علومو او مطالعاتو فریښتی  
پرتال جامع علوم انسانی



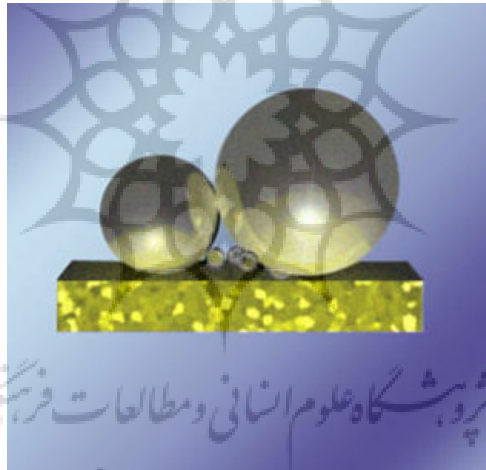
شکل ۵: ماشین بخار قدیم و ماشین بخار جدید



شکل ۶: قطار قدیم و نمونه‌ای از قطار جدید



Light Strikes motor in the middle of the nanocar, making a paddle turn and the car move forward.

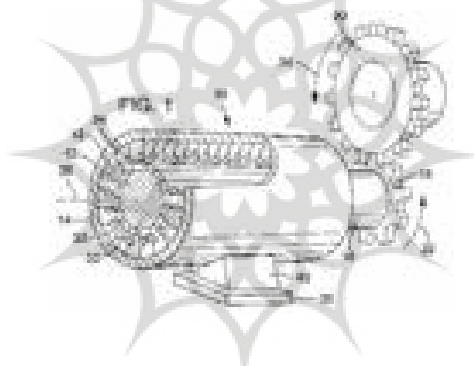


شروېشگاه علوم انساني و مطالعات فرهنگي  
رتال جامع علوم انساني  
Rolls-Royce Aero-Engine

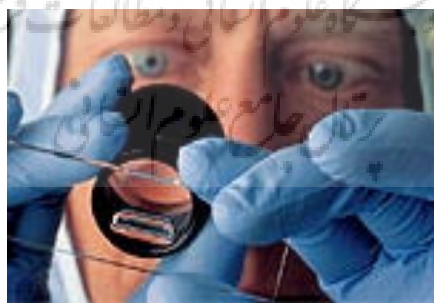


A V6 Engine for the Nano-Age

شکل ۷- موتور شش سیلندر در حد نانو



Nanotechnology as a growth engine



molecular rotation engine

شکل ۸: تکنولوژی‌های جدید در مقیاس نانو



## مراجع

- 1- Hutchinson, H., Culture Clash, Globalization is Creating New Industrial Power Bourses-but where does that Leave the Old Ones? Mechanical Engineering Vol.127, No.12, Dec.2005.
- 2- Rosen, M.A., Challenger and Opportunities in Engineering Education: A Canadian Perspective, Innovation, iNEER, Begell House Publishing, 2003, pp.25-33.
- 3- Tryggvason G. et al., "Educating Mechanical Engineering for the Challenges of the New Century"; Worchester Polytechnic Institute, Annual Report, 2003-2004.
- 4- Altankirch,R., et al. What We Must do Together to Increase Quality and Productivity, Innovations, INEER, Begell House Publishing, PP.1-24, 2003.
- 5- Tharakan, J., Cartso, M., Trimble, J., Stephenson B.A. & c.c. Vrharen, Diversifying Engineering Education a Seminar Course on the Ethics and Philosophy of Appropriate Technology, Global J. of Engineering Education, Vol. 9, No. 2, pp.11- 119,2005.
- 6- Smerdone, E.T.," An Action Agenda for Engineering Curriculum Innovation", Presented at the "11th IEEE-USA Biennial Careers Conference, November 2003.
- 7- Dulevicins, J. & Nagineviciene L., Engineering Communication, Global J. of Engineerring. Education, Vol.9, No.1, pp.19-26, 2005.
- 8- Craig, N., Addison. V., M. Maher M. and Petrs W., "Integrating Complex Systems Study into the Freshmen Mechanical Engineering Education, American Society for Engineering Education, 2005.
- 9- Brown A. S., "Redefining the ME", Mechanical Engineering Magazine Feature Article, September 2004.
- 10- I. Southward, Engin - Europe Group: Boosting the Competitiveness of Europe's Mechanical Engineering Industry, Europe-Info-ASME, Issue 3, August 2006.