

آموزش مهندسی در ایران: محتوا و روش مقایسه‌ای با برخی کشورهای صنعتی

جمشید پرویزیان

دانشکده‌ی مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی اصفهان
japa@cc.iut.ac.ir

چکیده

مقایسه‌ی آموزش مهندسی در ایران و برخی کشورهای صنعتی با تطبیق موردی می‌تواند پرده از تفاوتی اساسی در فلسفه‌ی آموزش عالی در ایران و کشورهای پیشرفته بردارد که به نگاه تاریخی ما به علم به عنوان فضیلت و نه به عنوان ابزار برمی‌گردد. با این حال چنین مطالعه‌ای را می‌توان به سطوح عملی‌تر آموزش تعمیم داد و آموزش مهندسی به عنوان یک روش تجربی را با آموزش آن در قالب آموزش یافته‌های تاریخی مقایسه کرد. این مقایسه را می‌توان در طی دهه‌های اخیر دنبال کرد و از جمله به محتوای آموزش، ابزارهای آموزش، حجم آموزش، دوره‌های کارآموزی و قابلیت کارآفرینی دانش‌آموختگان پرداخت. از نگاه دیگر می‌توان روش پذیرش دانشجو و تعداد پذیرش، طول دوره‌ی تحصیل، محتوای دروس عمومی، ساختار نظام آموزشی، و نقش دانشجویان ارشد و دکترا در آموزش را مقایسه کرد. هسته‌های آموزشی-پژوهشی از سویی ارائه‌ی دروس و انجام پژوهش را با هم می‌آمیزند و از سویی به عنوان واحدهای مستقل مالی به فعالیت پژوهشی می‌پردازند. این می‌تواند از تفاوت‌های اساسی نظام آموزشی ایران با نظام‌های آموزشی-پژوهشی باشد.

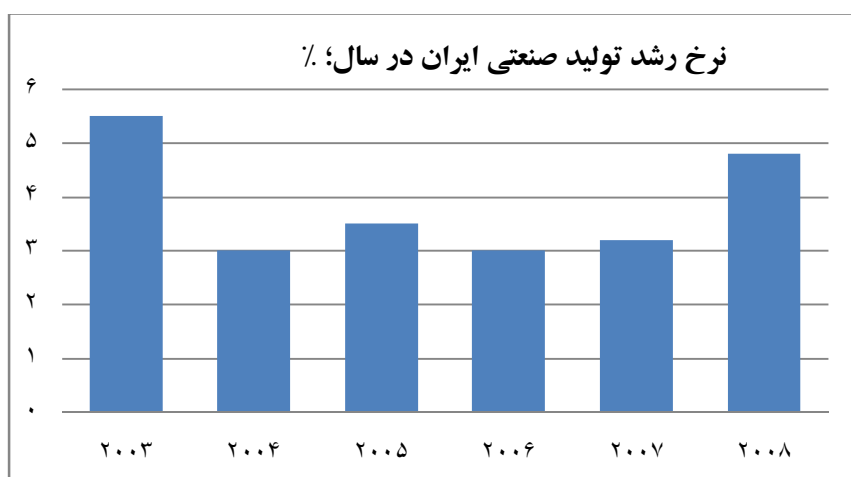
در این تحقیق، به عنوان نمونه، مقایسه‌ای در ساختار و محتوای آموزش مهندسی مکانیک در دانشگاه‌های ایران، آلمان، انگلستان و آمریکا انجام شده‌است.

واژه‌های کلیدی: آموزش مبتنی بر مساله، آموزش دانشجو محور، مشارکت در آموزش

1. مقدمه

هدف از آموزش مهندسی تربیت مهندسانی است که بتوانند بر اساس آموخته‌هایشان در محیط خود تغییراتی ایجاد کنند که زندگی را برای دیگران آسوده‌تر سازد و از این راه زندگی خود را بگذرانند. می‌توان عمل کرد دانشگاه را به عنوان یک تولیدکننده با معیارهای مختلفی سنجید. از جمله: تولید علم، تاثیر بر جامعه، تعداد دانش‌آموختگان، کیفیت دانش‌آموختگان، و هزینه‌ی سرانه‌ی آموزش. در کنار این‌ها می‌توان به میزان رضایت دانش‌آموختگان از آن‌چه آموخته‌اند، شدت و پایداری انگیزه‌هایی که با آن‌ها آزمون دشوار ورودی را پشت سر گذارده‌اند، میزان تغییر واقعی حاصل از به‌کارگیری یک دانش‌آموخته در یک سازمان، رضایت‌مندی یک دانش‌آموخته از زندگی در مقایسه با کسی که به دانشگاه وارد نشده، و امکانی که آموزش برای ورود به طبقه‌ی نخبگان، که دسترسی بیشتری به قدرت و ثروت دارند، فراهم می‌آورد اشاره کرد.

از تاریخ تاسیس مدرسه‌ی فنی در ایران نزدیک به یک و نیم قرن و از تاریخ تاسیس دانشکده‌ی فنی دانشگاه تهران بیش از هفتاد سال می‌گذرد. با این حال به دشواری می‌توان گفت که دانش‌آموختگان مهندسی در صنعت ایران کارکردی مشابه با هم‌ترازان خود در کشورهای صنعتی یا حتی کشورهای در راه صنعتی شدن دارند. از آشکارترین نمادهای ضعف کاربرد مهندسی در ایران نرخ رشد تولید صنعتی است که به ندرت از 5% تجاوز می‌کند (شکل 1) در حالی که در دوره‌ی مشابه نرخ رشد تولید صنعتی ترکیه از 5% کمتر نبوده و گاه تا 16% نیز افزایش یافته است و از آن مالزی میان 3 تا 11% در نوسان بوده است [1]. این مقایسه وقتی معنای جدی‌تری می‌یابد که در نظر بگیریم که 80% صادرات صنعتی ایران را نفت تشکیل می‌دهد و بهای نفت در این مدت تا 3 برابر افزایش یافته است در حالی که ترکیه یک کشور واردکننده‌ی نفت است.



شکل 1 درصد نرخ رشد تولیدات صنعتی ایران در فاصله‌ی سال‌های 7-1382.

در این مقاله من می‌کوشم تصویری از برخی جنبه‌های آموزش مهندسی در ایران در مقایسه با چند دانشگاه غیر ایرانی ترسیم کنم که به سنجش عمل کرد دانشگاه‌ها در آموزش مهندسی کمک نماید و لزوم پاره‌ای تغییرات در نظام آموزشی مهندسی را برجسته کند. آموزش مهندسی مکانیک در امپریال کالج لندن، دانشگاه فنی مونیخ و دانشگاه برکلی به عنوان نمونه انتخاب شده‌است تا با آموزش این رشته‌ی مهندسی مادر در دانشگاه‌های ایران مقایسه شود. اطلاعات داخلی را از دانشگاه صنعتی اصفهان برگزیده‌ام.

پیش از ورود به بحث نگاهی هم می‌توان انداخت به آموخته‌های یک دانش‌آموز در پایان دوره‌ی دبیرستان و آغاز ورود به دانشگاه. دانش‌آموزان آلمانی، انگلیسی و آمریکایی پیش از ورود به دانشگاه دروسی مانند اقتصاد عمومی، موسیقی، قانون و حقوق شهروندی، ورزش و زبان را فرامی

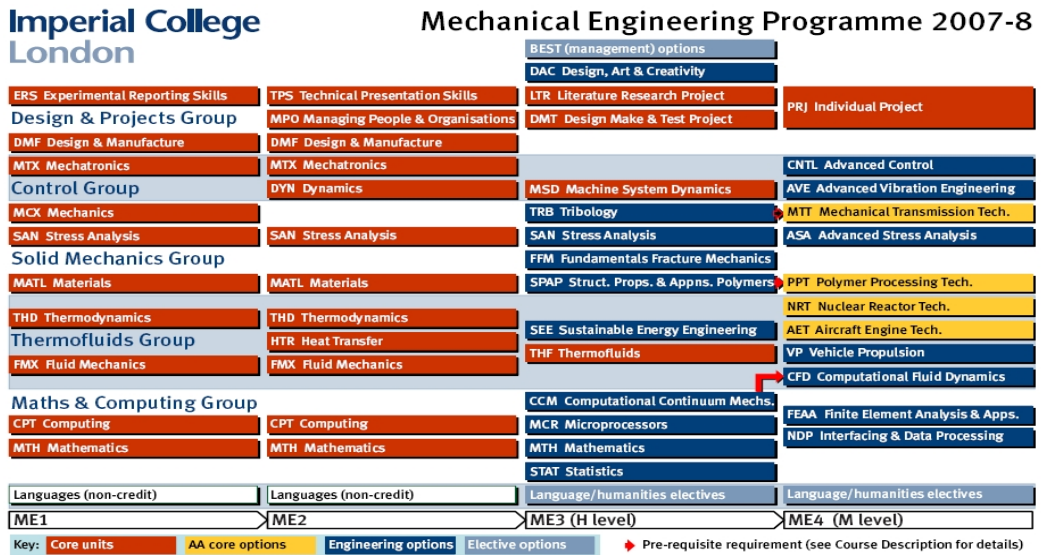
گیرند و آماده‌ی زندگی به عنوان یک شهروند می‌شوند. در دروسی مانند فیزیک و شیمی با روش تجربی علم‌آشنایی یافته وقت زیادی را در آزمایشگاه می‌گذرانند و در درس ریاضی با مباحث نوتری چون احتمالات و تئوری بازی‌ها آشنایی می‌یابند. گزارش‌نویسی و کار گروهی هم در درس‌های مختلف به دانش‌آموزان تمرین داده می‌شود. وجود دروس انتخابی در سال‌های پایانی باعث می‌شود دانش‌آموزانی که وارد یک رشته‌ی مهندسی می‌شوند دارای سابقه‌ی بیش‌تری در دروس متفاوتی باشند. جای‌گزین کنکور معمولاً "میانگین دو سال آخر است که حاصل فعالیت‌های مختلف در طول دو سال و آزمون‌های نهایی است. در بسیاری موارد (به ویژه در آلمان) پسران معمولاً پس از دوره‌ی اختیاری سربازی دوره‌ی دانشگاه خود را شروع می‌کنند و از نظر رفتاری بالغ‌تراند. در کشور آلمان دانش‌آموزانی که فیزیک را بر ریاضی ترجیح می‌دهند هم می‌توانند برای مهندس شدن به جای دانشگاه‌ها در مدارس فنی ادامه‌ی تحصیل دهند. دانش‌آموزان ایرانی برای ورود به رشته‌ی مهندسی دروس یکسانی را می‌گذرانند، از دروسی مانند اقتصاد و هنر بی‌خبراند و در سال آخر دبیرستان ورزش را هم رسماً به کنار می‌گذارند تا وقت خود را برای آمادگی آزمون کنکور ذخیره کنند.

1. مقایسه‌ی برخی جنبه‌های آموزشی مهندسی

در نظام آموزشی فعلی ایران مقطع کارشناسی دارای 140 واحد درسی است که عناوین 120 واحد درسی مشابه با دانشگاه‌های مورد مقایسه و 20 واحد آن عمومی است. در این صورت طول اسمی دوره‌ی کارشناسی در ایران باید هفت نیم‌سال باشد در حالی که هشت نیم‌سال است و درصد عمده‌ای از دانشجویان در زمان طولانی‌تری دوره‌ی خود را به پایان می‌برند. در نظام نوین آموزشی اتحادیه‌ی اروپا دانش‌جویان مهندسی در طول چهار سال دوره‌ی کارشناسی و کارشناسی ارشد را می‌گذرانند در حالی که در ایران در بهترین شرایط دوره‌های کارشناسی و ارشد مجموعاً شش سال به درازا می‌انجامد.

متقاضیان دوره‌ی مهندسی مکانیک در آلمان پیش از شروع دوره‌ی مهندسی باید حداقل شش هفته در یک کارگاه فلزی کارآموزی کنند تا از درستی علاقه‌ی خود به این رشته اطمینان یابند و درک درستی از مواد درسی که پس از آن با آنها آشنا خواهند شد داشته باشند. دوره‌ی کارآموزی الزامی در طول دوره‌ی سه ساله حداقل 18 هفته (شش هفته برای هر سال) است. در ایران دانش‌جویان رشته‌ی مهندسی مکانیک معمولاً در تابستان آخر دوره‌ی چهار ساله 8 هفته (دو هفته برای هر سال) کارآموزی می‌کنند که می‌تواند در شرکت‌های مهندسی و نه لزوماً کارگاه‌ها رخ دهد.

دانشجویان ایرانی در رشته‌ی مهندسی مکانیک در سال اول علاوه بر دروس عمومی دروس فیزیک و ریاضی را می‌گذرانند و در نیم‌سال دوم اولین و تنها درس مهندسی خود را با استاتیک شروع می‌کنند. دروس ریاضی و فیزیک دارای بیشترین نرخ ریزش است و معمولاً اخذ دروس مهندسی را یک یا دو ترم به عقب می‌اندازد و دانشجو در نیم‌سال چهار و پنج با اولین دروس مهندسی آشنایی می‌یابد. تجربه‌ی شخصی نگارنده شاهد آن است که بسیاری از تقاضاهای تغییر رشته‌ی دانشجویان ایرانی در سال اول یا دوم ارائه می‌شود در حالی ایشان که هنوز با دروس اصلی رشته‌ی خود آشنایی نیافته‌اند. در امپریال کالج [2] دانشجویان در سال اول از دروس مهندسی درس‌های استاتیک، مکانیک سیالات، ترمودینامیک، علم مواد، مقاومت مصالح و طراحی مهندسی را می‌گذرانند؛ به علاوه با مهارت‌های گزارش‌دهی تجربی آشنایی می‌یابند. با پایان سال دوم دانشجوی مکانیک تمامی دروس اصلی مهندسی مکانیک هم‌چنین دروس مهارت‌های ارائه، مدیریت افراد و سازمان‌ها و زبان مورد علاقه‌ی خود را گذرانده‌است و سال سوم تنها به دروسی مانند مکانیک شکست یا یاتاقان که مباحثی ویژه به حساب می‌آیند می‌گذرد، شکل 2. در میان دروس سال سوم عناوینی مانند پلیمرها، میکروپروسسور و مهندسی انرژی قابل توجه‌اند.



شکل 2 برنامه‌ی درسی دانشجویان مهندسی مکانیک در امپریال کالج لندن.

در دانشگاه فنی مونیخ [3] دانشجوی مهندسی مکانیک در سال اول از مجموعه‌ی دروس مهندسی درس‌های استاتیک، دینامیک، مقاومت مصالح، علم مواد، روش‌های تولید و اصول طراحی مهندسی را می‌گذرانند و در سال دوم مکانیک سیالات، ترمودینامیک، طراحی اجزا و کنترل اتوماتیک را می‌گذرانند و در نتیجه در دو سال اول مجموعه‌ی دروس اصلی مهندسی مکانیک را می‌گذرانند، شکل 3.

1st and 2nd semester	1st sem.	2nd sem.	3 and 4th semester	3rd sem.	4th sem.
Advanced Mathematics I, II	4/2	4/2	Advanced Mathematics III, V	3/1	2/1
Technical Mechanics I, II	3/2	3/2	Technical Mechanics III	4/2	
Technical Electricity I, II	2/1	2/1	Machine Elements I, II	3/2	2/4
Material Sciences I, II	2/1	3/1	Thermodynamics I + Heat transfer	3/2	2/1
Fundamentals of experimental chemistry for mechanical engineering	3/0		Practical Course in Physics for Mechanical Engineers	0/3	
Fundamentals of production	1/0		Fundamentals of Economics for Engineers	2/0	
Fundamentals of Product Development		2/0	Control Engineering		2/1
Technical and Computer Aided Drawing	1/1	1/1	Fluid Mechanics I		2/1
Software Engineering I, II	2/1	2/1			
Experimental Physics	2/0	1/0			

شکل 3 برنامه‌ی درسی دانشجویان مهندسی مکانیک در سال‌های اول و دوم دانشگاه فنی مونیخ.

دانشجوی ایرانی رشته‌ی مهندسی مکانیک در پایان سال اول تنها درس استاتیک را از دروس مهندسی گذرانده و در صورتی که در دروس ریاضی با مشکلی برخورد نکند در سال دوم است که با مهندسی مکانیک آشنا می‌شود، شکل 4. اتفاقی که دیر رخ دادن آن می‌تواند انگیزه و علاقه به مهندسی را پژمرده کند.

نیم سال اول	نیم سال دوم	نیم سال سوم	نیم سال چهارم
ریاضیات عمومی 1	ریاضیات عمومی 2	معادلات دیفرانسیل	ریاضی مهندسی
فیزیک 1	استاتیک	دینامیک 1	مقاومت مصالح 2
شیمی عمومی مهندسی	فیزیک 2	ترمودینامیک 1	مکانیک سیالات 1
معارف اسلامی 1	زبان خارجه	مقاومت مصالح 1	ترمودینامیک 2
تربیت بدنی 1	معارف اسلامی 2	محاسبات عددی	علم مواد
نقشه کش صنعتی 1	تربیت بدنی 2	آز فیزیک 2	فارسی
آز فیزیک 1	برنامه سازی کامپیوتر	ریشه های انقلاب	ریاضی مهندسی

شکل 4 برنامه‌ی درسی دانشجویان مهندسی مکانیک در سال‌های اول و دوم دانشگاه صنعتی اصفهان.

زمان برنامه‌ریزی شده‌ی حضور در کلاس یک دانشجوی سال اول مکانیک در دانشگاه فنی مونیخ بالغ بر 30 ساعت در هفته است (شکل 5) در حالی که برای دانشجوی ایرانی مشابه این زمان تنها 16 ساعت برای 16 واحد درسی است.



Semester: WS 2007/2008

UnivIS - Lehrveranstaltungsplan					
	Mo	Di	Mi	Do	Fr
08:00		08:15 - 09:00 CHEAD/MW (Nisara) MW 0001, MW 1801 West	08:30 - 10:00 IT (Bender) MW 2001, MW 1801 West		08:00 - 10:00 Tech. Mech. 1 C (ab 10:10) (Ulbrich) MW 2001, MW 1801 West
09:00	08:30 - 10:00 Tech. Mech. 1 V (ab 12:10) (Ulbrich) MW 2001, MW 1801 West			09:00 - 10:30 Techn. Elektriz. Lehrstf. (Hessing) MW 2001, MW 1801 West	
10:00		10:00 - 12:00 Tech. Mech. 1 V (ab 23:10) (Ulbrich) MW 2001, MW 1801 West		10:45 - 12:15 Höhere Mathematik 1 für Maschinenwesen und Chemie-Ingenieurwesen (Frisoacke) MW 2001, MW 1801 West	10:00 - 12:00 FH/MW1 (Möller-Buschbaum) MW 2001, MW 1801 West
11:00					
12:00			12:00 - 13:00 Tech. Mech. 1 Koll. 2 (ab 21:10) (Ulbrich) MW 0001		12:00 - 14:00 GEP (Hoffmann) MW 2001, MW 1801 West
13:00	13:00 - 14:00 WK 1 UE (Werner) MW 2001, MW 1801 West		13:15 - 14:00 CHEAD/MW (Nisara) MW 0001, MW 1801 West	13:00 - 14:30 WK 1 (Werner) MW 2001, MW 1801 West	
14:00	14:15 - 15:00 MZ (Grafsmar) MW 2001, MW 1801 West	14:00 - 16:00 TE 1 Übung (Hessing) MW 2001, MW 1801 West			
15:00	15:15 - 16:45 Höhere Mathematik 1 für Maschinenwesen und Chemie-Ingenieurwesen (Frisoacke) MW 2001, MW 1801 West		15:15 - 16:00 IT-C (Bender) MW 2001, MW 1801 West		
16:00					
17:00					

Stand: Samstag, 20 Oktober 2007 14:17:27

شکل 5 برنامه‌ی هفتگی دانشجوی سال اول مهندسی مکانیک در دانشگاه فنی مونیخ.

مجموع دانشجویانی که در مقطع کارشناسی در سال 2006-7 در بریتانیا در رشته‌های مهندسی مکانیک ثبت نام کرده‌اند 21/000 نفر است. در آلمان در رشته‌ی مهندسی مکانیک تنها در دانشگاه‌های فنی مونیخ، فنی برلین و آخن 16/500 دانشجوی مکانیک ثبت نام کرده‌اند، شکل 6.

RWTH Aachen	۵۴۴۸	FH Aachen	۷۹۲
Technical Uni. Berlin	۳۹۶۶	TFH Berlin	۹۷۰
Technical Uni. Munich	۳۶۹۵	FH Munich	۱۸۰۲

شکل 6 تعداد دانشجویان رشته‌ی مهندسی مکانیک در برخی از دانشگاه‌ها و مدارس فنی آلمان.

مکانیک	مکانیک	مهندسی مکانیک - گرایش نامشخص	۵۸۷
مکانیک	مکانیک	مهندسی مکانیک	۲۹
مکانیک	طراحی و جامدات	مهندسی مکانیک-طراحی کاربردی	۱۰۱
مکانیک	طراحی و جامدات	مهندسی مکانیک-طراحی جامدات	۴۲
مکانیک	حرارت و سیالات	مهندسی مکانیک-تبدیل انرژی	۸۹
مکانیک	حرارت و سیالات	مهندسی مکانیک-حرارت و سیالات	۴۰
مکانیک	ساخت و تولید	مهندسی مکانیک-ساخت و تولید	۴۴

شکل 7 تعداد دانشجویان رشته‌ی مهندسی مکانیک در دانشگاه صنعتی اصفهان؛ مجموع: 932 دانشجو.

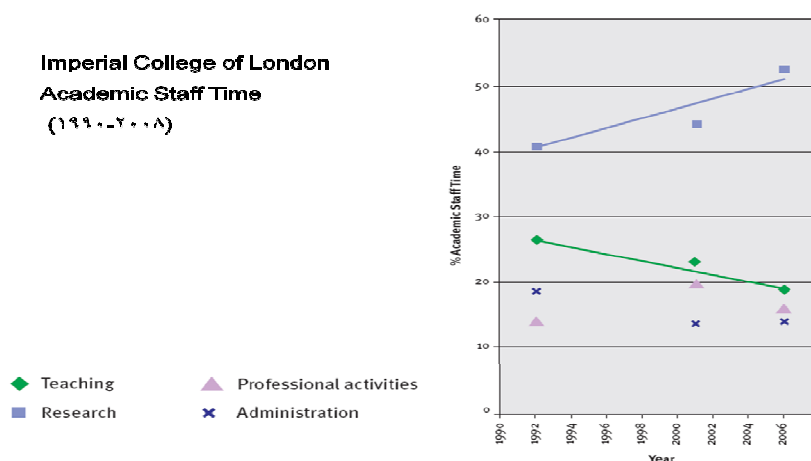
در مقطع کارشناسی مجموع دانشجویان رشته‌ی مهندسی مکانیک در کلیه‌ی مراکز آموزش عالی کشور در سال 85 از 16/000 نفر فراتر نمی‌رود [4].

با پذیرش تعداد زیادتر دانشجو می‌توان بهره‌وری نظام آموزشی را افزایش داد مشروط بر آن‌که تدریس یک درس به یک استاد و گروه او شامل دست‌یاران و دانشجویان دکترا و ارشد واگذار شود. در این صورت نه تنها وقت استاد به آموزش صرف نمی‌گذرد که زمان زیادی هم برای برنامه‌ریزی و پژوهش باقی می‌ماند [5]. شکل 8 نشان می‌دهد 53% وقت یک عضو هیات علمی در امپریال کالج به پژوهش می‌گذرد. شکل 9 نشان می‌دهد در طی سال‌های گذشته این درصد رو به افزایش بوده است.



شکل 8 توزیع چگونگی صرف وقت اعضای هیات علمی در امپریال کالج لندن.

Imperial College of London
Academic Staff Time
(۱۹۹۰-۲۰۰۸)



شکل 9 نسبت زمانی که به پژوهش می‌گذرد در مقایسه با زمانی که به آموزش می‌گذرد برای اعضای هیات علمی در امپریال کالج لندن در حال افزایش است.

عناوین و محتوای دروس نیز موضوعی قابل مقایسه است. در سه دهه‌ی گذشته در دروس گروه مکانیک دانشکده‌ی فنی تغییراتی پیش آمده و دروس روش‌های تولید و نقشه‌کشی صنعتی اختیاری شده‌اند. در کنار این تغییر دروس اختیاری "سازه‌های هوشمند"، "دینامیک خودرو"، "مواد مرکب"، "رباتیک"، "کنترل نویز و آکوستیک صنعتی"، "مکاترونیک" و "انرژی‌های تجدیدپذیر" به فهرست دروس اختیاری اضافه شده‌اند. شکل 10 دروس مهندسی مکانیک را در دانشگاه برکلی نشان می‌دهد [6]. توجه ویژه به دروس مواد و تولید، بیو و نانومکانیک در این فهرست قابل توجه است. در فهرست مشابهی می‌توان ساختارهای آموزشی-پژوهشی دانشگاه آخن را در دانشکده‌ی مهندسی مکانیک مشاهده کرد [7]؛ شکل 11. محورهای پژوهشی مواد نو، انرژی، تکنولوژی نانو، تکنولوژی اطلاعات (تأ)، اقتصاد و تکنولوژی‌های تولید در این فهرست نیز قابل توجه‌اند. در مجموع می‌توان گفت فیزیک‌های نوین به تدریج جای خود را در مهندسی باز کرده‌است.

Basic Engineering Design Graphics Introduction to Computer Programming for Scientists and Engineers Methods of Engineering Analysis Advanced Engineering Design Graphics Advanced Programming with MATLAB Engineering Ethics Mechanical Engineering Courses Introduction to Mechanical Engineering High Mix/Low Volume Manufacturing Mechanical Engineering Design Engineering Mechanics II <u>Thermodynamics and Biothermodynamics</u> Thermodynamics Fluid Mechanics Experimentation and Measurement Mechanical Engineering Laboratory Heat Transfer Introduction to Product Development <u>Structural Aspects of Biomaterials</u> <u>Introduction to Nanotechnology and Nanoscience</u> <u>Introduction to MEMS (Microelectromechanical Systems)</u> Processing of Materials in Manufacturing	Mechanical Behavior of Engineering Materials Composite Materials--Analysis, Design, Manufacture Computer-Aided Mechanical Design Design of Planar Machinery Dynamic Systems and Feedback Mechanical Vibrations Automatic Control Systems Design of Microprocessor-Based Mechanical Systems Combustion Processes Thermal Environmental Control Advanced Heat Transfer Engineering Aerodynamics Marine Statics and Structures Ocean-Environment Mechanics <u>Microscale Fluid Mechanics</u> Engineering Mechanics III Fundamentals of Acoustics Intermediate Dynamics <u>Orthopedic Biomechanics</u> Engineering Analysis Using the Finite Element Method Introduction to Continuum Mechanics
--	---

شکل 10 فهرست دروس مهندسی مکانیک در دانشگاه برکلی کالیفرنیا.



<ul style="list-style-type: none">• Institute for Automotive Engineering• Institute and Chair of Aeronautics and Astronautics• Chair of Flight Dynamics• Shock Wave Laboratory• Institute for Ceramic Components in Mechanical Engineering• Department of Computer Science in Mechanical Engineering• Institute for Enterprise Cybernetics• Institute of Automatic Control• Chair of Fluid Mechanics and Institute of Aerodynamics• Institute for Fluid Power Drives and Controls• Chair for Fuel Cells• Institute of Heat and Mass Transfer• Institute for Industrial Engineering and Ergonomics• Institute for Internal Combustion Engines• Institute for Jet Propulsion and Turbo Machinery• Chair for Laser Technology• Institute for Laser Technology• Chair for Technology of Optical Systems• Department of Aerospace Structures Lightweight Construction• Institute for Machine Elements and Machine Design• Institute for Materials Applications in Mechanical Engineering• Research Field Materials Science• Mathematical Models in Material Science	<ul style="list-style-type: none">• Surface Engineering Institute• Institute of Energy Research - Microstructure and Properties of Material• Institute for Engineering Design• Department of Continuum Mechanics• Institute for General Mechanics• Institute of Combustion Technology• Chair of Biomedical Engineering• Chair for Computation Analysis of Technical Systems• Research and Teaching Area: Construction and Development of micro systems• Research Institute for Operations Management• Institute of Plastics Processing• Institute for Chemical Engineering• Department of Biochemical Engineering• Process Systems Engineering• Thermal Unit Operations• Laboratory for Machine Tools and Production Engineering• Institute for Production Engineering IPT• Department of Rail Vehicles and Materials-Handling Technology• Institute for Reactor Safety and Reactor Technology• Research Area: Solar Technology• Institute of Steam and Gas Turbines• Institute for Textile Technology and Mechanical Engineering• Chair of Technical Thermodynamics• Research Field Laser Measurement Processes in Thermo-fluid-dynamics• Welding and Joining Institute
--	--

شکل 11 فهرست کرسی‌های آموزشی-پژوهشی و زمینه‌ی پژوهشی آن‌ها در دانشکده‌ی مهندسی مکانیک در دانشگاه آخن.

اطمینان از یادگیری را نمی‌توان به نمره‌ی رد یا قبولی آخر دوره واگذار کرد. هر تولیدکننده‌ی امروزه باید اطمینان یابد که تنها محصول کیفی خود را به بازار عرضه می‌کند. دانشگاه هم باید به ازای وقت و ثروتی که هزینه می‌شود برای کیفیت عموم دانش‌آموختگان و نه فقط بخشی از ایشان برنامه‌ریزی کند. با توجه به محتوای 140 واحدی دوره‌ی کارشناسی طول زمان استاندارد این دوره در ایران 7 نیم‌سال تحصیلی است. در حالی که همه‌ی دوره‌ی‌های کارشناسی در ایران در حال حاضر در 8 نیم‌سال تعریف می‌شوند. در واقع کاهش 14 واحدی دوره‌ی کارشناسی از

154 به 140 هیچ تغییری در طول دوره به وجود نیاورده است. از سوی دیگر نظام‌های آموزشی 120 واحدی در 6 نیم‌سال تعریف می‌شوند. با این وجود وقتی به آمار واقعی نگاهی بیاندازیم تنها 50% دانشجویان دانشگاهی مانند صنعتی اصفهان در 8 نیم‌سال دوره‌ی خود را تمام کرده‌اند. در بهترین حالت حداقل برای نیمی از دانشجویان 15% وقت و سرمایه‌ی اضافی در دانشگاه گذارده شده است. به طور متوسط 40% زمان و هزینه‌ی اضافی برای هر دانشجو صرف می‌شود تا دوره‌ی کارشناسی خود را تمام کند، شکل 12. در دوره‌های ارشد و دکترا وضع از این بهتر نیست. در نظام آموزشی نامطمئنی که ترکیبی از نظام‌های آمریکایی و اروپایی را برگزیده دوره‌های کارشناسی ارشد و دکترا حداقل 5 و 10 نیم‌سال به طول می‌انجامند. در کشورهای اروپایی و آمریکا این دوره‌ها به 3 و 6 نیم‌سال محدوداند.

نام دانشکده	تعداد کل	در 8 ترم	درصد	در 9 ترم	درصد	مساوی یا بیش از 10 ترم	درصد
مواد	71	31	43.66%	13	18.31%	27	38.03%
معدن	47	12	25.53%	20	42.55%	15	31.92%
صنایع	81	38	46.91%	19	23.46%	24	29.63%
مهندسی شیمی	92	45	48.91%	19	20.65%	28	30.44%
مکانیک	144	67	46.53%	41	28.47%	36	25.00%
عمران	78	35	44.87%	20	25.64%	23	29.49%
برق و کامپیوتر	150	75	50.00%	20	13.33%	55	36.67%
علوم ریاضی	54	25	46.30%	10	18.52%	19	35.18%
فیزیک	49	22	44.90%	14	28.57%	13	26.53%
شیمی	51	29	56.86%	12	23.53%	10	19.61%
نساجی	65	36	55.38%	11	16.92%	18	27.70%
کشاورزی	189	117	61.90%	42	22.22%	30	15.88%
منابع طبیعی	77	49	63.64%	12	15.58%	16	20.78%
مجموع	1148	581	50.61%	253	22.04%	314	27.35%

شکل 12 طول دوره‌ی کارشناسی در رشته‌های مختلف دانشگاه صنعتی اصفهان

نظام نمره‌ی از صفر تا بیست عملاً به نظامی محدود به 9-20 تبدیل شده است. این به خودی خود اشکالی ندارد ولی فاصله‌ی میان رد و قبول در این نظام بسیار پایین است. به علاوه معمولاً دانشجویی که تنها 30-50% مطالب لازم را بداند می‌تواند نمره‌ی حداقل قبولی را کسب کند. این نظام نمره مطابقت با یک نظام ارزیابی دارد که تا حدودی از دور خارج شده است. در حالت بدیل می‌توان نظامی را جایگزین کرد که در آن تنها دانشجویی درس را بگذراند که حداقل 70% مطالب لازم را می‌داند. در این صورت البته باید به دانشجویان اجازه داد که تا زمان آمادگی کامل در آزمون شرکت نجویند و پس از آن نیز در صورتی که در یک بار نمره‌ی قبولی نیاوردند امکان آزمون مجدد را داشته باشند بی‌آنکه آینده‌ی دوره‌ی تحصیلی‌شان تهدید شود. این‌گونه تنها دانش‌آموختگان کاملاً "کیفی" می‌توانند دانشگاه را ترک کنند.

از ترکیب و محتوای دروس و تعداد دانشجویان که بگذریم روش تدریس می‌تواند قابل توجه باشد. در روش تدریس حاکم بر دانشگاه‌های مهندسی ایران اهمیت حل مسایل ریاضی بیشتر از توان مدل‌سازی ریاضی است. به علاوه در آموزش استاد-محور دانشجو مشارکتی در آموختن و تضمین نمره‌ی خود ندارد. در نظام آموزشی دانشجو-محور تضمین کیفیت دانش‌آموختگان حاصل مشارکت فعالی است که یکایک ایشان در یادگیری دارند. ارزیابی بر اساس عملکرد دانشجو انجام می‌شود و محدود به برگه‌ی آزمون پایانی نیست. در فصل آینده به برخی از مبانی نوین آموزش مهندسی اشاره خواهد شد.

2. روش‌های نو در آموزش مهندسی

در این فصل سه مفهوم اساسی در آموزش نوین مهندسی معرفی می‌شود: آموزش دانشجو-محور (student-centered learning)، آموزش مبتنی بر مساله (problem-based learning)، آموزش در محیط غنی از تکنولوژی (Technology Enriched Active Learning).

آشکارا آموزش مهندسی با هدف تربیت مهندسانی که توانایی تغییر و ایجاد ارزش افزوده داشته‌باشند صورت می‌گیرد. آشنایی با فیزیک اساس هر تغییری در فیزیک است. دانش "فیزیک" که در دانشگاه تدریس می‌شد با آرمان‌های مهندسی در دو سده‌ی گذشته یعنی حرکت، پرواز، کامپیوتر و مانند آن‌ها متناسب بود. قرن بیستم دست‌یافتن به این آرمان‌ها را ممکن کرد و پیدایش آرمان‌های نو را سبب شد که تحقق آن‌ها مستلزم آشنایی و توسعه‌ی جنبه‌های نو از دانش فیزیک می‌باشد. از این جنبه‌های نو می‌توان به ویژه به مواد و تکنولوژی‌های نو، اطلاعات، انرژی‌های نو و بیومکانیک اشاره کرد. مدل‌سازی ریاضی که از اساسی‌ترین روش‌های درک فیزیک و تغییر آن برای مهندسان است نیز باید متناسب با فیزیک تدریس شود.

فیزیک برای مهندسان را می‌توان تا حد امکان در محیط آزمایشگاهی آموزش داد. هم‌زمانی آموزش نظریه و آزمون عمدتاً به دلیل آن است که دانشجو راهی را که تخیل و ابزار ریاضی از یک واقعیت فیزیکی تا مدل انتزاعی آن پیموده مشاهده کند و فراگیرد. در شرایطی که در کشور ما آموزش علم روایی برای قرن‌ها بر علم تجربی پیشی دارد آموزش تجربی علم هنوز پانگرفته و روش‌های آن توسعه نیافته‌است. آوردن یک ابزار ساده، مثلاً یک آونگ، به کلاس و شروع آموزش از آزمون می‌تواند قدرت دانش‌پردازی دانشجو را توسعه دهد و به ماندگاری آموخته‌ها در ذهن او یاری رساند. مشارکت دانشجو در نظام آموزشی دانشجو-محور از همین جا آغاز می‌شود. در این نظام آموزشی هم‌چنان استاد در راس هرم آموزشی قرار می‌گیرد اما بدنه‌ی این هرم را کلیه‌ی دانشجویان در مراتب مختلف می‌سازند. بهره‌گیری از دانشجویان سال‌های بالاتر برای هدایت گروه‌های کاری راهی برای اطمینان از یادگیری همه‌ی دانشجویان است. دانشجو شنونده نیست که آزمایشگر است. این به درس‌های آزمایش - گاهی محدود نمی‌شود که می‌توان آن را حتی برای آموزش ریاضی هم به کار بست. استفاده از محیط‌های غنی از تکنولوژی، از تکنولوژی اطلاعات و نرم‌افزار شبیه‌سازی گرفته تا استفاده از اپلت‌ها (Applet) و فضاهای شبیه‌سازی مجازی می‌تواند نقش موثری در تفهیم مبانی فیزیکی آموزش‌های مهندسی ایفا کند.

آموزش بسیاری از دروس مهندسی را می‌توان با طرح مساله آغاز کرد و حل آن را به عهده‌ی گروه‌های دانشجویان سپرد. این مبنای فلسفه‌ای است که به نام "آموزش مبتنی بر مساله" شناخته می‌شود. در این روش آموزشی گروه‌های دانشجویی برای حل مساله‌ای که به ایشان واگذار شده تلاش می‌کنند و در کلاس با گزارش پیشرفت خود دیگر دانشجویان را هم در یافته‌های خود شریک می‌کنند. کلاس از وضع گفت یک-سویه‌ی استاد خارج شده به محیطی برای حل مساله با تبادل نظر و گفت‌وگو تبدیل می‌شود.

زیرگروه‌های کوچک‌تر آموزشی، مشارکت تک‌تک دانشجویان در یادگیری و تاکید بر حضور دانشجو در همه‌ی فعالیت‌ها توانسته است درصد افتادن در دروس را در انستیتو تکنولوژی ماساچوست بیش از 50% کاهش دهد [8].

جایگزینی کتاب و جزوه‌های درسی با نیم‌نوشته‌هایی که دانشجو با حضور در کلاس آن‌ها را تکمیل می‌کند می‌تواند نقش موثری در آموزش فعال بازی کند.

2. نتیجه‌گیری

محتوای دروس، طول دوره، و فلسفه‌ی آموزش در علوم مهندسی در ایران قابل بازنگری است. توجه بیشتر به آموزش تجربی و افزودن مباحث نوین تر فیزیک می‌تواند میدان را برای دانش‌آموختگان مهندسی در ایران باز کند تا نوآوری‌هایی در تکنولوژی نو داشته‌باشند.

کاهش طول رسمی دوره‌ی کارشناسی هم‌آهنگ با بسیاری از نظام‌های آموزشی جهانی است، با تعداد واحدهایی که در این دوره ارائه می‌شود هم‌خوانی دارد، از گذر بیپرده‌ی وقت پیش‌گیری می‌کند و باعث بدآموزی کار با بازده کم نمی‌شود. دوره‌های ارشد و دکترا نیز می‌توانند به ترتیب به یک و سه سال کاهش یابند.

آموزش دانشجو-محور تضمین‌کننده‌ی کیفیت دانش‌آموختگان است. این آموزش در محیطی غنی از تکنولوژی به ویژه با امکانات شبیه‌سازی مجازی می‌تواند به بهبود عملکرد دانشجویان کمک کند بی‌آن‌که به طور ساختگی نتایج دست‌کاری شوند. برای عملی کردن این روش مشارکت دانشجویان دکترا و ارشد در آموزش‌های جانبی برای دانشجویان جوان تر الزامی است. کاستن از بار آموزشی استاد مجال بیشتری هم برای ارتباط با صنعت و پژوهش باقی می‌گذارد.

هدف از آموزش مبتنی بر حل مساله تربیت دانش‌آموختگانی است که نه تنها با دانش روز مهندسی که با متدولوژی مهندسی آشنایی یابند. این متدولوژی مستلزم تجربه، مدل‌سازی انتزاعی، و حل خلاق مساله است.

مراجع:

- [1] www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/ir.html
- [2] www.ic.ac.uk
- [3] www.tum.de
- [4] www.irphe.ir (موسسه‌ی پژوهش و برنامه‌ریزی آموزش عالی)
- [5] <http://www3.imperial.ac.uk/portal/pls/portallive/docs/1/20901696.PDF>
- [6] www.me.berkeley.edu
- [7] www.maschinenbau.rwth-aachen.de
- [8] Sara Rimer, the New York Times, Jan. ۱۲, ۲۰۰۹.