

زمینه‌ها و ضرورت‌های بازنگری آموزش مهندسی ایران

محمد مهدی غفاری

عضو هیات علمی گروه علوم مهندسی فرهنگستان علوم

حسن ظهور

عضو پیوسته فرهنگستان علوم

استاد و عضو قطب علمی طراحی، رباتیک

و اتوماسیون دانشگاه صنعتی شریف

چکیده

مطالعه آموزش مهندسی از جهات مختلف برای روان سازی فرآیند یادگیری، موفقیت در برنامه‌های درسی و تخصصی و داشتن عملکردی مفید در محیط‌های کاری، به منظور هدایت دانشجویان به پرورش برخی شایستگی‌ها و خصوصیات و فراگیری مهارت‌های مناسب امری است ضروری. انتقال دانش به دانشجویان و قوی ساختن پایه‌های علمی آنان در حال حاضر در دانشکده‌های مهندسی کشور انجام می‌شود، در حالی که به آموزش موضوعات با اهمیتی در ارتباط با مواردی از قبیل سرمایه اجتماعی، خلاقیت، کارگروهی، مسائل اجتماعی و اقتصادی و رعایت اخلاق مهندسی توجه جدی صورت نمی‌گیرد.

در این مقاله درباره اهمیت شایستگی‌هایی مانند خلاقیت، کارگروهی و سرمایه‌های اجتماعی که در حوزه آموزش مهندسی کشور ارزشمندند، و درباره ارتباط این شایستگی‌ها با نوآوری و کارآفرینی بحث شده است. همچنین در این مقاله چالش‌ها و فرصت‌های پیش روی آموزش مهندسی ایران براساس مستندات موجود و دیدگاه‌های صاحب‌نظران دانشگاه و صنعت ارزیابی، و نقش و ارزش سرمایه‌های اجتماعی و اخلاق حرفه‌ای در کنار سرمایه‌های فیزیکی و انسانی و تأثیر آن‌ها بر آموزش مهندسی و نوآوری و کارآفرینی مورد بررسی قرار گرفته است. سرانجام نتیجه بررسی‌ها در قالب چند راهکار عملی در راستای بهبود و ارتقای آموزش مهندسی در ایران پیشنهاد شده است.

واژه‌های کلیدی: آموزش مهندسی، سرمایه اجتماعی، نوآوری، خلاقیت، کارآفرینی، اخلاق مهندسی، صنعت و دانشگاه

1- مقدمه

پیشرفت بشر در شناسایی عوامل ژنتیک و محیطی در تکوین شخصیت خویش و بروز و آشکار ساختن توانایی و علائق خود باعث شده است که در تمامی برنامه‌ریزی‌های زندگی از جمله آموزش مهندسی به این ویژگی‌ها توجه نمایند [1]. چنانچه این توجه و برنامه‌ریزی متناسب با شرایط فردی باشد موجب بهینه شدن استفاده از امکانات و توانایی‌های افراد شده و سرانجام پیشرفت و توسعه جامعه را به دنبال خواهد داشت [2]. از طرفی توسعه اقتصادی و تأمین رفاه اجتماعی تا حدی در گرو پیشرفت صنعت و توانایی رقابت در صحنه‌های بین‌المللی است [3]. برای تحقق این منظور برنامه‌ریزی‌های آموزشی باید به گونه‌ای باشند تا مهندسان را در طی دوره‌های آموزشی از خصوصیات ویژه‌ای مانند: کار آفرینی، اخلاق مهندسی، نوآوری و خلاقیت، معلومات پایه علوم مهندسی، سرمایه‌های اجتماعی، کار گروهی و همکاری با دیگران برخوردار سازند [4]. با توجه به پیشرفت‌های چشمگیری که در حوزه علوم مهندسی و فناوری و نیز صنایع در سطح جهانی حاصل شده است، آموزش مهندسی در ایران با چالشی بسیار بزرگ رو به رو است. لازم است روش متداول آموزش مهندسی در کشور مورد بازنگری قرار گیرد و در آن تغییرات اساسی ایجاد شود [5].

آنچه امروز در دانشکده‌های مهندسی کشور انجام می‌شود، انتقال دانش به دانشجویان و قوی کردن پایه علمی آنان و تا اندازه‌ای توانا ساختن آنان برای فراگیری دانش‌های جدید است [6]. در حالی که در تربیت مهندسان از مقولاتی مانند اخلاق مهندسی، افزایش سرمایه‌های اجتماعی و یا نوآوری و خلاقیت و کارآفرینی چندان خبری نیست. این مطلب موضوع بسیار مهمی است که باید در آموزش مهندسی در ایران به آن توجه شود [7].

1- نوآوری و خلاقیت

در آموزش مهندسی، خلاقیت به عنوان اولین و مهم‌ترین توانایی مهندسی در تولید فرآورده‌های جدید شمرده می‌شود. نقش مهندسان در ایجاد فناوری‌های شگفت‌انگیز دهه‌های اخیر همراه با خلاقیت و به کار بردن اندیشه‌های نو بسیار قابل تحسین است [8]. این باور که خلاقیت، استعداد همگانی است سبب گردیده با شیوه‌های بسیار مطلوبی در دانشگاه‌ها قدرت طراحی و خلاقیت در میان دانشجویان مهندسی تقویت گردد. اگر مهندسان کشور قادر به تشخیص مسایل صنعت باشند، می‌توانند از ابتکار، خلاقیت، نبوغ و پشتکار خود در حل مسایل و نوآوری‌های صنعتی استفاده کنند و در نتیجه زمینه توسعه اقتصادی و صنعتی و رقابت در صحنه بین‌المللی فراهم می‌شود. برای رسیدن به این مهم، هدف-های آموزشی یک جامعه باید حامل پیام‌های خلاق باشند. به باور بسیاری از متفکران در دنیای پر تغییر قرن اخیر، آموزش آفرینندگی و ایجاد قدرت خلاقیت در آموزش یابندگان مهم‌ترین مسؤلیت پرورشی نظام آموزشی به ویژه دانشگاه‌هاست [9].

با مروری بر تعاریف بسیار زیادی که از موضوع خلاقیت شده است، جمع بندی آن‌ها را می‌توان به صورت زیر بیان کرد [10]:
 خلاقیت به عنوان یک توانایی، یک فرایند ذهنی یا یک پاسخ منحصر به فرد است که در عین نو بودن می‌تواند به حل یک مشکل بپردازد. سؤال بسیار مهمی که با توجه به تفاوت در سطح خلاقیت در افراد مختلف با آن مواجه می‌شویم این است که آیا می‌توان چنین توانایی یا فرایند ذهنی را در افراد مختلف پرورش داد؟

سیر تحول بررسی علمی خلاقیت و نوآوری نشان می‌دهد که می‌توان آن را به سه دوره اساسی تقسیم بندی کرد:

1- تا قبل از دهه 1330، دوران نداشته‌ها یا دوران امید برای دانش بیشتر

2- دهه 1340، دهه تحقیق و مطالعه علمی بر روی خلاقیت

3- دهه 1350 و بعد از آن، دوره کاربرد همه جانبه خلاقیت

با توجه به مستندات جمع آوری شده مربوط به روند تاریخی خلاقیت، می‌توان به صراحت ادعان داشت که نه تنها خلاقیت و نوآوری یک توانایی است و می‌تواند توسعه پیدا کند، بلکه مدل‌های گوناگونی برای دستیابی به این ویژه‌گی نیز وجود دارد.

عوامل موفقیت در یک طرح مهندسی را می‌توان به مراحل زیر تقسیم بندی کرد [11]:

1- هدف: قبل از شروع طرح باید هدف از اجرای آن مشخص باشد. هر چه هدف روشن تر و واضح تر باشد، کار طراحی آسان تر و

ارزبایی نهایی آن دقیق تر خواهد شد. جهان بینی و باورهای طراحان تأثیر زیادی بر نتیجه طرح دارد.

2- دانش فنی: مجریان باید به علوم لازم برای اجرای طرح مسلط باشند و بتوانند مسائل فنی وابسته به طرح را حل کنند.

3- تجربه و فناوری: مجریان طرح باید تجربه و فناوری کافی را در زمینه طرح‌های مشابه داشته باشند.
 4- خلاقیت: هنر، فکر و خلاقیت مجریان طرح و قابلیت آن‌ها برای ارائه فناوری جدید نقش موثری در موفقیت طرح دارد و خلاقیت محسوب می‌شود.
 عامل مهم دیگری که به ایجاد فضای بهینه برای نوآوری کمک می‌کند، سرمایه اجتماعی است که در قسمت چهارم درباره آن بحث می‌شود.

2- معلومات پایه علوم مهندسی

به عنوان یک حداقل، تسلط کافی به علوم پایه و مبانی مهندسی، داشتن اطلاعات مهندسی در زمینه تخصصی خود و داشتن نحوه استفاده از منابع و اسناد فنی در کنار توانایی تحلیل داده‌ها و به کارگیری روش‌های مهندسی را می‌توان مهارت اولیه یا پایه یک مهندس دانست که به طور سنتی نیز کاملاً شناخته شده است. در حالی که برای غلبه بر چالش‌های نوین، پایه ورزیدگی و سطح بالاتری از این مهارت‌ها مورد نیاز است.

اما، فعالیت مهندسی، حتی در حال و گذشته، به توانایی طراحی و خلق دانش جدید و تصمیم در شرایط ابهام، یعنی تصمیم در شرایط نبود اطلاعات کامل یا مبهم بودن آینده، نیاز دارد. این توانایی برای فعالیت مهندسان در اقتصاد دانش پایه اهمیتی کلیدی و روز افزون دارد. شاید بتوان گفت که این توانایی برای مهندسان جدید به نوعی جزو مهارت‌های پایه تلقی می‌شود [12]. ظهور اقتصاد دانش پایه و پیش بینی رشد و توسعه آن در آینده و نقش در آینده و نقش محوری کار آفرینی فناورانه در آن، مهندسان جدیدی را می‌طلبد که شاید یکی از خلاصه‌ترین و بهترین مشخصات آنان را دانشگاه ام‌آی-تی ارائه کرده است: مهندسانی از نظر فنی خبره، از نظر اجتماعی آگاه و از نظر کار آفرینی زیرک. آموزش مهندسی متناظر با این مشخصات، یعنی اینکه آموزش مهندسی باید از آموزش فنی به آموزش توسعه فناوری تغییر کند [12]. کاملاً واضح است که با تغییرات و تحولاتی که به طور مستمر در شاخه‌های مختلف مهندسی ایجاد می‌شود به یک سیستم آموزشی با کارایی بالا نیاز است. این سیستم آموزشی باید بتواند اطلاعات نوین در زمینه تخصصی مهندسان شاغل را هم به طور مستمر در اختیار آنان قرار دهد.

3- سرمایه‌های اجتماعی

سرمایه اجتماعی، مجموعه‌ای از خصایص و مفاهیم از سازمان اجتماعی مانند اعتماد، هنجارها و شبکه‌هاست که تسهیل کننده همکاری اعضا برای رسیدن به منافع مشترک است. مطالعات موجود در سطح جهان عموماً رابطه مثبت بین آموزش و ارتقای سرمایه اجتماعی را تأیید کرده است. برخلاف رابطه متقابل و مثبت بین سرمایه انسانی و سرمایه اجتماعی، مطالعات موجود در ایران، نشان می‌دهد که نظام آموزش عالی نتوانسته است نقش چندان در ارتقای سرمایه اجتماعی تحصیل‌کردگان ایفا کند. در مطالعه تطبیقی‌ای که درباره آموزش مهندسی و سرمایه اجتماعی انجام شده است [13]، چنین توضیح داده می‌شود که دانشگاه‌ها اهدافی را برای دانش‌آموختگان در نظر می‌گیرند تا در محل کار به اندازه یک شهروند مسؤول ایفای نقش کنند. دانشجویان موظفانند نه تنها مهارت در یک موضوع خاص را فرا گیرند بلکه مهارت‌های شهروندی اجتماعی و شغلی را نیز در خود ایجاد کنند. اما، شیوه‌های سنتی در برنامه‌های درسی مهندسی که فقط به قصد ایجاد مهارت در موضوعات خاص‌اند برای این اهداف کافی و درست نیستند. در این صورت این گونه برنامه‌های آموزشی نمی‌توانند برای دانشجویان سرمایه اجتماعی تولید کنند. براساس مطالعات انجام شده در برخی از دانشگاه‌های خارج از کشور، سرمایه اجتماعی دانشجویان مهندسی با مؤلفه‌های زیر ارتباط مثبت دارد:

- سطوح پائین جرایم
- دستاورد آموزشی بالا
- ابقا در دانشگاه

- ابداع و تولید در مؤسسات مبتنی بر دانش بویژه در ارتباط با آموزش مهندسی [13]

در صورتی که مطالعات نشان می‌دهد که در کشور ما نظام سیاست گذاری اجتماعی نتوانسته است باز تولید و آفرینش‌های جدیدی از مصادیق و تبلور سرمایه اجتماعی نخبگان و تحصیلکردگان را در قالب شبکه‌ها و پیوندها تضمین نماید، لذا با شکاف در خور تأملی در این زمینه مواجه‌ایم [13]. در صورتی که مرجع [14] افزایش سرمایه‌های اجتماعی را کمک درخور توجهی به ایجاد فضای بهینه برای نوآوری معرفی می‌-

کند، و بر این باور است که سرمایه اجتماعی در قیاس با سرمایه طبیعی یا فیزیکی و سرمایه انسانی تعریف می‌شود. توضیح این‌که، سرمایه‌های فیزیکی و انسانی، مواد، ابزارها و مهارت‌هایی هستند که میزان بازدهی و بهره‌وری فرد را بالا می‌برند. سرمایه اجتماعی نیز ناظر به آن جنبه‌ها از سازمان دهی اجتماعی، نظیر شبکه‌ها، هنجارها و اعتماد اجتماعی است که هماهنگی و همکاری میان جوامع علمی و مهندسان را به منظور دستیابی به بهره‌های متقابل افزایش می‌دهد. شکل‌گیری موفق سرمایه اجتماعی، منوط به آن می‌شود که مهندسان برای روابط دراز مدت چنان ارزشی قائل باشند که در نظرشان منافع کوتاه مدت جلوه‌ای نداشته باشد.

4- اخلاق مهندسی

هر جامعه علمی از قشرهای مختلفی تشکیل یافته است و یکی از مهم‌ترین قشرها که تأثیر بسزایی در شکل دهی و توسعه آن دارد، جامعه مهندسان آن ملت است. انتظار می‌رود که مهندسان استاندارد بسیار بالایی از صداقت و اخلاق را در رفتار خود بروز دهند. مهندسی تأثیری حیاتی و مستقیم بر کیفیت زندگی همه انسان‌ها دارد و بر همین اساس خدماتی که به وسیله مهندسان ارائه می‌شود مستلزم صداقت، بی‌طرفی، انصاف و برابری است و باید بر حمایت از بهداشت همگانی امنیت و رفاه عمومی معطوف باشد [13].

نظرسنجی درباره نقایص سیستم آموزشی مهندسی در کشور نشان می‌دهد که خلا درس‌های مناسب علوم انسانی به خصوص آموزش اخلاق مهندسی و روانشناسی کار و تاریخ علم در دانشگاه‌ها بسیار چشمگیر است و برای آگاهی بیشتر مهندسان با وظایف و رفتار بهتر افزایش کارایی آنان در محیط کاری رابطه مستقیم دارد [15].

بر مبنای مطالعات مرجع [16]، ارائه درسی اختیاری به نام حرفه مهندسی در سال سوم یا سال آخر تحصیل توسط یکی از استادان با تجربه در زمینه مهندسی که ارتباط نزدیک با صنعت از یک طرف و فناوری‌های جدید در عرصه جهانی از طرف دیگر داشته باشد، ضروری است. محورهای عمده این درس می‌تواند شامل موارد زیر باشد:

- 1- تاریخ مهندسی در ایران و جهان
- 2- سیر تحولات علمی و صنعتی در جهان
- 3- روابط کاری و حقوقی صنعتی
- 4- روابط اقتصادی و تولیدی
- 5- استانداردهای طراحی و تولید
- 6- اخلاق حرفه‌ای و مهندسی
- 7- حفظ محیط زیست و توسعه پایدار
- 8- جهانی شدن و جایگاه مهندسان در حرفه توسعه
- 9- ارتباط صنعت و دانشگاه.

سرانجام، آموزش اخلاق مهندسی می‌تواند باعث افزایش توان اخلاقی و همگرایی در آرا و نظرات شود.

5- چشم انداز کلان آموزش مهندسی

اصلاح آموزش مهندسی به صرف کوشش‌هایی که در دانشگاه‌ها و مدارس صورت می‌گیرد، تمام نمی‌شود. زیرا این آموزش با اقتصاد و صنعت و تجارت و کشاورزی و بازار و سازمان اداری و دیگر شؤن کشور پیوند ناگستنی دارد و مشروط به شرایط آن‌هاست. بنابراین باید روشن کنیم که آموزش مهندسی برای چیست و چه مشکلاتی دارد و چگونه باید این آموزش را توسعه داد.

6-1- اهداف آموزش مهندسی:

- 1- آگاهی از شالوده مبانی علمی و تسلط یافتن بر دانسته‌های بنیادی
- 2- آگاهی از روش‌های مهندسی (تجربه، تحلیل، محاسبات، مدل سازی، طراحی و بررسی‌های تجربی) و اعمال تجربه به منظور به کارگیری آن‌ها
- 3- آگاهی از فشارهای حاصل از عوامل اقتصادی و اجتماعی در روابط با سیستم‌های مهندسی، حساسیت نسبت به مسؤولیت حرفه‌ای، داشتن قابلیت سازماندهی و ارائه ایده‌ها
- 4- گسترش الگوی حرفه‌ای مهندسی در جامعه و اقدام به فعالیت‌های لازم [17].

6-2- ویژگی‌های مهندسان آینده

با توجه به شرایط حال حاضر ایران و تحولات علوم و فناوری در آینده، 18 ویژگی برای یک فارغ‌التحصیل رشته مهندسی به شرح زیر تعریف می‌شود [18]:

- 1- داشتن پایه قوی در علوم پایه، ریاضیات و اصول مهندسی
- 2- قابلیت به کارگیری اصول یاد شده در حل بسیاری از مسایل واقعی
- 3- داشتن دانش و تجربه در انجام روش‌های آزمایشی
- 4- داشتن دانش بالا در فناوری‌های مربوط به تخصص خود
- 5- مهارت زیاد در برقراری ارتباطات و تبادل نظر
- 6- آشنایی با اصول تجارت و شرکت‌ها
- 7- داشتن احساس مسؤلیت اجتماعی، اخلاقی، سیاسی و انسانی
- 8- داشتن دیدگاه تاریخی و اجتماعی از تاثیر فناوری بر جامعه و محیط زیست
- 9- دارا بودن تصویری هماهنگ از شاخه‌های مختلف مهندسی
- 10- داشتن روحیه و تفکر خلاق و هوشمند
- 11- دارا بودن قابلیت انعطاف در تغییرات شغلی
- 12- توانایی اتخاذ تصمیمات خطیر در مسایل بحرانی
- 13- داشتن اشتیاق همیشگی و فرهنگ آموختن در طی زندگی
- 14- دارا بودن فرهنگ کار گروهی
- 15- اشتیاق و ایجاد زمینه لازم برای انجام دادن فعالیت‌های پژوهشی
- 16- پایبندی به حفظ محیط زیست
- 17- آشنایی با علوم حیاتی
- 18- درک ارزش هنری و فرهنگی.

ارزیابی فارغ‌التحصیلان ایرانی در دانشگاه‌های مهندسی کشور نشان می‌دهد که این گروه در ویژگی‌های ردیف 1 شایستگی کافی دارند و در ویژگی‌های ردیف 7، 10، 11، 15 و 18 متوسط‌اند و در دیگر ردیف‌ها با کمبود اساسی روبرو هستند. پایبندی به حفظ محیط زیست و داشتن احساس مسؤلیت اجتماعی، اخلاقی، سیاسی و انسانی از اصول اساسی آموزش مهندسی در توسعه و تولید پایدار و نیاز اساسی برای عصر حاضر است. پیچیدگی‌های فناوری‌های امروز نیازمند آن است که مهندسان دارای دانش و تصویری هماهنگ از شاخه‌های مختلف مهندسی و به دلیل چند منظوره بودن فناوری دارای فرهنگ کار گروهی باشند. از طرف دیگر، آنان توانایی اتخاذ تصمیمات خطیر در مسایل بحرانی را داشته باشند. امروزه، در چرخه عمر محصولات و سیستم‌های صنعتی حتی در بنگاه‌های اقتصادی تحولات اساسی رخ داده است که مهم‌ترین آن‌ها کوتاه شدن چرخه عمر محصول، ناپدید شدن فعالیت‌های صنعتی و ظهور فناوری‌های جدید است. لذا، آموزش مهندسان باید به گونه‌ای صورت گیرد که آنان دارای قابلیت انعطاف در تغییرات شغلی باشند و بتوانند خود را به سهولت با شرایط جدید کسب و کار تطبیق دهند [18].

6-6 اظهار نظر صاحب‌نظران دانشگاه و صنعت در باره ویژگی‌های آموزش مطلوب در مهندسی

- آموزش مطلوب در مهندسی شامل بررسی مداوم نیازهای جامعه و صنعت کشور، تربیت نیروی متخصص بر اساس نیازها، اصلاح مداوم برنامه‌های آموزشی با توجه به الگوهای مناسب از کشورهای صنعتی و تقویت آموزش‌های کاربردی است و علاوه بر آن‌ها آموزش مهندسی باید هدفمند باشد ولی در حال حاضر این طور نیست [19].

- ابتدا باید استعدادها سنجیده شده و رشته مناسب به دانشجو پیشنهاد شود. ضروری است آموزش نظری و آموزش علمی کاربردی هماهنگ باشد. به جز آموزش‌های نظری در سایر موارد ضعف مشاهده می‌شود [20].
- در دانشکده‌های مهندسی ما علوم پایه، مبانی نظری و ریاضیات کم یا بیش در حد مطلوب آموزش داده می‌شوند، ولی علوم کاربردی مورد بی‌مهری قرار دارند. آزمایشگاه کم است و به کارآموزی و کارورزی بهای کافی داده نمی‌شود [21].
- آموزش مهندسان ما در دانشگاه از سطح خوبی در مقیاس جهانی برخوردار است، اما نقاط ضعفی هم دارا است از آن جمله ضروری است که اقتصادی بودن در نظر گرفته شود [22].
- آموزش مطلوب در مهندسی باید شامل دو بخش باشد:
آموزش‌های تخصصی شامل آموزش کلاسی تخصصی و آموزش حین کار و آموزش‌های عمومی مشتمل بر ارتباطات مؤثر، کامپیوتر، اقتصاد مهندسی، کار گروهی و کار آفرینی، استانداردهای مدیریت، بهبود فرآیندها یا مهندسی مجدد فرآیندها، فنون حل مساله و الگوهای تعالی کسب و کار. در حال حاضر، بخش‌های آموزش‌های کلاسی تخصصی قوی هستند و بقیه بخش‌ها یا ضعیف‌اند و یا اصولاً برای عملی شدن آن طرح و برنامه‌ای اندیشیده نشده است [23].
- آنچه می‌توانیم انجام دهیم بالا بردن کیفیت آموزش کاربردی است [24].
- آموزش مهندسان در آغاز قرن 21 به نظر می‌رسد باید انعطاف پذیری بیشتری داشته باشد. و دانشجویان بتوانند هم در دوره آموزشی کلاسیک و هم بعد از آن به راحتی آموزش‌های لازم برای "اصلاح خود" و "توانمندسازی" را داشته باشند. جوامع بشری در قرن بیست و یکم جامعه هوشیار¹ لقب گرفته‌اند. در چنین جوامعی "آموزش انعطاف‌پذیر" نقش مهمی دارد. با اینترنت عرضه دانش بسیار گسترده شده است و آزادی دریافت دانش نیز باید شکل گیرد و دانشگاه‌ها راهنمای افراد برای دسترسی مناسب به دانش باشند [25].
- سطح آموزش در دانشکده‌های مهندسی نسبت به کشورهای صنعتی از نظر تئوری از سطح بالایی برخوردار است، اما ضعف مجموعه آموزش در بخش‌های کاربردی و عملی است [26].
- بدون شک آموزش مطلوب در مهندسی شرط اساسی و پیش نیاز است. در حال حاضر، جنبه‌های علمی و نظری آموزشی علوم مهندسی در ایران به اندازه کافی قوی است، لیکن از دو دیدگاه باید تقویت شوند. اول افزایش مهارت‌های تجربی و آزمایشگاهی و کارورزی و دوم آشنایی دانشجویان با علوم اقتصادی و تجارت، مدیریت، محیط زیست و ارتباطات و مسائل جهانی [27].
- با توجه به وضعیت صنعت در ایران لازم است که آموزش‌های علمی بیشتری برای مهندسان به کار گرفته شود، گرچه محدودیت آزمایشگاه‌ها و کارگاه‌ها در اکثر دانشگاه‌ها وجود دارد، ولی می‌توان با همکاری صنعت از کارگاه‌های آموزشی صنایع استفاده کرد. در ضمن، کارورزی تابستانی برای دانشجویان بسیار مفید است که می‌توان حداقل دو تابستان سال‌های آخر را به اینکار اختصاص داد، به نحوی که افراد بر اساس علائق خود بتوانند در حین دانشجویی با محیط کاری آشنا شوند. علاوه بر ارایه درس‌های تئوری و عملی تخصصی، لازم است که تعدادی درس‌های مدیریتی نیز به مهندسان ارایه شود، به طریقی که آنها با مسائل مدیریت عمومی بیگانه نباشند [28].
- آموزش مطلوب مهندسی عمدتاً در دانشگاه اتفاق می‌افتد که بر حسب دانشگاه کیفیت آموزش متفاوت است. حتی در یک دانشگاه پاره‌ای از رشته‌های مهندسی پیشرفته و بخش دیگر عقب مانده است. حتی این امر در یک رشته خاص در دانشگاه‌های مختلف و در طول دوره زمانی متفاوت می‌شود. در دانشگاه‌های خارج هم رتبه آنها سال به سال در رشته‌های گوناگون فرق می‌کند. بودن یا نبودن استادان کارآمد و برجستگان رشته‌های مختلف به طور طبیعی در کیفیت توسعه تخصص مؤثر است [29].

- آموزش مهندسی در هر کشوری باید منطبق بر شرایط و مقتضیات و امکانات آن کشور باشد. عملاً کشوری که دارای منابع غنی نفت و گاز است، لازم است برنامه‌ریزی برای برخورداری از وجود نخبگان که فناوری کشور را به گونه‌ای متحول سازند و صادر کننده فناوری مدرن به دنیا و صادر کننده تولیدات گازی (پتروشیمی و نفتی) برای مردم دنیا باشند صورت گیرد، نه اینکه کشورهای بدون نفت و گاز فروشنده فناوری و فروشنده بنزین و سایر فرآورده‌های نفتی و گازی به کشور سرشار از نفت و گاز باشند. بالاخره آموزش مهندسی باید به گونه‌ای باشد که برای مردم و به ویژه جوانان کشور غرور آفرین باشد و کشور را در کلیه زمینه‌ها به خود کفایی واقعی سوق دهد و قادر به رفع کلیه مشکلات کشور باشد [30].
 - سیاستگذاران، تصمیم‌گیران، برنامه‌ریزان و مدیران کشور لازم است الگوی مورد نظر خود را با توجه به سند چشم‌انداز بیست ساله کشور برای ایجاد چابکی در صنایع و تعامل با دانشگاه‌هایی مبتنی بر آموزش‌های پیشرفته در مهندسی و تأکید بر نقش کارآفرینی و نوآوری ارایه کنند. امروز باید با همکاری صنعت و دانشگاه علم و دانش به نوعی به محصول تبدیل شوند. لازمه این کار، تربیت مهندسانی است که از ویژگی‌های چابکی، شایستگی، انعطاف‌پذیری، سرعت و پاسخ‌گویی به نیازهای جامعه برخوردار باشند [31].
 - ضروری است روش آموزش سنتی اصلاح و بروز شود. این کافی نیست که ما مجموعه‌ای از اندوخته‌ها را به دانشجویان منتقل کنیم. دانشجو باید به گونه‌ای تربیت شود که در آینده توانمندی این را داشته باشد که خودش را با تحولات مهندسی که با سرعت و شتابی روز افزون تغییر می‌کند، تطبیق دهد. یکی از اشتباهات برخی از دانشجویان مهندسی این است که فکر می‌کنند هر مهندس دانش آموخته با ورود به یک صنعت باید به تمام جزئیات آن آشنایی داشته باشد و در غیر این صورت بد تربیت شده است [32].
 - دروسی در زمینه‌های هنر و علوم انسانی به ویژه در ارتباط با اخلاق، اقتصاد، جامعه‌شناسی و روان‌شناسی در برنامه درس‌های مهندسی جای داده شوند. صحیح نیست که دانشجویان تنها در لاک دروس تخصصی خودشان بروند. اغلب این نوع دانش آموختگان خیلی موفق نیستند [32].
 - رشته‌های جدید و میان رشته‌ای‌های بیشتری ایجاد شوند. میان رشته‌ای‌ها از اهمیت خاصی برخوردارند [32].
 - به دلیل تحولات سریع علم، مهندسی و فناوری در حقیقت دانشجویان مهندسی برای مشاغلی در آینده تربیت می‌شوند که احتمالاً:
 - این مشاغل در حال حاضر وجود ندارند،
 - تخصص‌های مورد نیاز «مشاغل فردا» برای برنامه‌ریزان زمان حال عموماً ناشناخته و مبهم است،
 - شناخت بنیانی علوم و مهندسی فردا از پدیده‌های امروز دقیق تر است.
- بنابراین، تنها راه اصولی برای اجرای صحیح آموزش مهندسی آن است که برنامه‌های آموزشی به گونه‌ای اجرا شود که سرانجام استعدادهای «خودآموزی»، «خود تحلیلی»، «خود استنتاجی» و «خود اثباتی» دانشجویان را بارور کند و آن‌ها را متبلور سازد [33].

8- نتیجه‌گیری

با مروری بر سیر تحولات صنعت و دانشگاه ملاحظه می‌شود که نقش دانشگاه‌ها در انقلاب صنعتی اول، تنها در آموزش خلاصه می‌شود، در حالیکه در انقلاب دوم که مربوط به انقلاب در صنایع نفت و انرژی‌های فسیلی می‌شود، نقش دانشگاه‌ها از آموزش صرف به آموزش و پژوهش ارتقا یافت. اما در انقلاب سوم که انقلاب فناوری نیز خوانده می‌شود، نقش دانشگاه‌ها به آموزش، پژوهش، کارآفرینی و نوآوری ارتقا یافته است. برای تحقق این منظور برنامه‌ریزی آموزشی باید به گونه‌ای باشد که افراد بتوانند مطابق با شرایط و توانایی‌های خویش بیشترین بهره را کسب کنند. لازمه این امر این است که اولاً درس‌های اجباری به کمترین تعداد مورد نیاز کاهش یافته و تنوع درس‌های اختیاری افزایش یابد و ثانیاً محتویات درس‌های از یک سبد ثابت برای تمامی دانشجویان رشته‌های مهندسی برخوردار بوده و سایر سبدهای آنها انعطاف‌پذیر باشند تا دانشجویان به فراخور و شرایط و علائق خود انتخاب کنند. در این راستا فراهم نمودن شرایط لازم برای انتخاب و اخذ درس‌های مورد علاقه و نیاز دانشجویان، از دانشکده‌های دیگر ضروری است، علی‌الخصوص که کاربردهای علوم مهندسی در رشته‌های مختلف رو به گسترش است و پیشرفت علوم میان رشته‌ای و چند رشته‌ای رو به افزایش. شایان ذکر است که در عین حال باید به برنامه‌ریزی‌ها توجه کافی شود به طوری که اصول پایه مهندسی و زمینه‌های اصلی رشته‌های مورد نظر در متن آموزش‌ها وجود داشته باشد تا از پراکندگی بیش از حد تخصص‌ها جلوگیری

شود. ممکن است با برگزاری یک سری امتحانات از دانش آموختگان هر رشته مهندسی، بتوان از آموزش اصول و درس‌های پایه آن رشته اطمینان حاصل شود، اما در عین حال دانشجویان باید در طول تحصیل از بیشترین حق انتخاب و انعطاف و فراگیری برخوردار باشند. با توجه به مطالعات انجام شده در ایران ملاحظه می‌شود که هر چه مناسبات اجتماعی پیچیده‌تر می‌شود و ترکیب آن فزونی می‌یابد، قدرت سرمایه اجتماعی رو به کاهش و فرسایش می‌گذارد. رشد عامل تحصیلات بویژه تحصیلات دانشگاهی عامل مؤثری در افزایش ترکیب و پیچیدگی مناسبات اجتماعی است. به منظور پر کردن شکاف موجود و ارتقای سطح سرمایه اجتماعی مهندسان، توصیه می‌شود که مطالب و موضوعاتی از قبیل موارد زیر در دانشکده‌های مهندسی مورد توجه قرار گیرد.

- تقویت بنیان‌های حرفه‌ای گرای و فعالیت‌های صنفی گروهی در مراکز علمی،
 - توسعه تعاملات اجتماعی و علمی و فرهنگی بین دانشجویان در قالب انجمن‌ها و شبکه‌ها و بررسی، علل ضعف اثر بخشی فعالیت‌های فوق برنامه،
 - رشد مهارت‌های اجتماعی و ارتباطی دانشجویان،
 - ارتقای سطح جامعه پذیری علمی دانشجویان با همیاری استادان،
- بازسازی و ترمیم فضای اعتماد بین نخبگان، جامعه و دولت در برنامه‌های آموزش مهندسی با رعایت آزادی و حق انتخاب برای دانشجویان و نه به صورت درس‌های اجباری، سرانجام در برنامه‌ریزی آموزشی و درسی رعایت موارد زیر اکیداً توصیه می‌شود.
- 1- آموزش عالی باید هماهنگ با برنامه‌های توسعه اقتصادی و صنعتی کشور و پیشرفت علوم و صنعت در جهان برنامه‌های آموزشی خود را تنظیم کند.
 - 2- حضور استادان صنعت در دانشگاه‌ها و یا ارتباط استادان دانشگاه با بخش صنعت موجب بالا رفتن دانش‌های کاربردی دانشجویان یا مهندسان می‌شود.
 - 3- در آموزش آینده مهندسی باید نگاه دیگری به درس‌های و محتویات آن شود و برای دانشجو کاربرد و نقش برخی از درس‌های مرتبط در کار مهندسی ملموس شود.
 - 4- بدون تحمیل مسیری اجباری به نوجوانان و جوانان راه برای فرا گرفتن علوم مهندسی در دوران دانش‌آموزی برای علاقمندان فراهم شود.
 - 5- آموزش در جهان کنونی نمی‌تواند به دوره دانشکده محدود شود. آموزش مهندسی هم مثل هر آموزشی دیگر مستلزم زمینه است و زمینه سازی باید از دوران کودکی آغاز شود و پس از گذر از آموزش‌های اولیه به دانشگاه برسد و پس از آن آموزش مادام‌العمر فراموش نشود.
 - 6- مهندسان با کارهای پیچیده صنعتی و فناوری‌های پیشرفته سر و کار دارند و لازم است معلومات خود را به روز نگهدارند.
 - 7- همکاری صنعت با دانشگاه در پروژه‌های صنعتی و تحقیقاتی که به وسیله صنعت یا دانشگاه تعریف می‌شود، به آموزش علمی دانشجویان در رشته‌های مهندسی کمک می‌کند.
 - 8- در آموزش مهندسان نباید از آموزش‌های مدیریتی و کار گروهی غفلت ورزیم. در هر صورت مهندسان شایسته است که در آینده مدیریت و راهبری صنایع را نیز به دست گیرند.
 - 9- لازم است در آموزش، به سرمایه‌های اجتماعی به عنوان عامل مهمی که می‌تواند در ایجاد فضای بهینه نوآوری کمک کند، توجه ویژه‌ای شود.
 - 10- سرفصل‌های درس‌های مهندسی با زمان اصلاح شوند. در این خصوص ضروری است که به این مطلب مهم که مهندسانی باید تربیت شوند تا بتوانند خود را با علم و فن زمان تطبیق دهند نیز توجه خاص معطوف شود، و همچنین پیشرفت علم و فناوری (تکنولوژی) هر دو مد نظر قرار گیرند.
 - 11- درس‌هایی در زمینه‌های هنر و علوم انسانی بویژه در ارتباط با اخلاق، اقتصاد، جامعه‌شناسی و روان‌شناسی در برنامه درس‌های مهندسی گنجانده شوند. صحیح نیست که دانشجویان تنها در زمینه تخصصی خودشان تربیت شوند. مطالعه نشان می‌دهد که اغلب این نوع دانش آموختگان خیلی موفق نیستند.

- 12- رشته‌های جدید و میان رشته‌ای‌های بیشتری ایجاد شوند. زیرا در جهان کنونی تخصص‌های میان رشته‌ای‌ها از اهمیت خاصی برخوردارند.
- 13- یک مهندس خوب باید قادر باشد خود را با هر زمینه جدیدی که در آن وارد می‌شود، تطبیق دهد. زیرا مهندسی که تنها برای یک زمینه تخصصی خاص تربیت شود، در حقیقت در حد یک تکنسین تربیت شده است و لازم است به مرور و همراه با پیشرفت آن صنعت در فواصل کوتاه‌تری بازآموزی شود.
- 14- مطالعه مهارت‌های مورد نیاز برای مهندسان نشان می‌دهد که آنان را باید برای رویارویی با چالش‌ها و چشم اندازی از فناوری‌هایی که اکنون وجود ندارند و در آینده پا به عرصه وجود خواهند گذاشت، آماده کرد.
- 15- برای تحقق این امر آموزش مهندسی باید بر پایه درک عمیقی از پدیده‌ها و با تاکید بیشتر بر آموزش علمی نظیر فیزیک، ریاضیات و فلسفه علم استوار شود.
- 16- مطالعات تایید می‌کنند که تربیت دانش آموختگان رشته‌های مهندسی نباید در عصر دانایی تنها به سه گروه تکنیسین، مهندس و مدرس محدود شود.
- 17- لازم است تمهیداتی برای تربیت دانشمندان جوان، نوآوران و کارآفرینان علاوه بر گروه‌های فوق‌الذکر در برنامه‌های آموزشی رشته‌های مهندسی پیش‌بینی شود.
- 18- مهندسان باید از سواد اطلاعاتی که توانایی مبادله و تعامل از طریق سیستم‌های اطلاعاتی و نرم افزارها و سخت افزارها را مقدور می‌کند، برخوردار باشند.
- 19- تفکر نوآورانه¹ و سواد هوشیاری جهانی² برای آگاهی از آخرین کلان روندها³ و تحولات مهم جهانی و برخورداری از مهارت‌هایی برای ارتباطات اثربخشی که موجب سرمایه‌های اجتماعی شود از جمله شایستگی‌های مهندسان هزاره سوم محسوب می‌شوند.
- 20- استادان دانشگاه باید دانشجویان خود را برای شغل مقابله با چالش‌ها و حل مشکلات و نیازهای اقتصادی – صنعتی جامعه براساس رعایت اصول اخلاق مهندسی و احترام به محیط زیست و کرامت انسانی آماده سازند.
- 21- ساختار سنتی عرضه کننده برنامه‌های آموزش مهندسی در زمینه‌های مشخص باید به گونه‌ای تقویت شود تا بتواند برنامه‌های میان رشته‌ای در زمینه‌های مختلف مهندسی مبتنی بر استفاده از چند رشته علمی را نیز طراحی و اجرا کند.
- 22- بدون شک در آینده‌ای نزدیک شیوه آموزش سنتی امروز به تدریج با آموزش‌های الکترونیکی جایگزین خواهد شد و نحوه تدوین درس‌ها به نحوی دگرگون می‌شود که دسترسی دانشجویان به منابع درسی و پژوهش بسیار راحت‌تر و گسترده تر باشد.
- 23- از جمله موضوعاتی که لازم است در برنامه‌های آینده آموزش مهندسی گنجانده شود اخلاق فردی، اجتماعی و مهندسی است که آموزش آن‌ها مهندسان را با مبانی اخلاق حرفه‌ای آشنا می‌کند و سرانجام آنان را برای خدمت رسانی به جامعه آماده‌تر می‌سازد.
- 24- روحیه پایبندی به حفظ محیط زیست و داشتن دیدگاه تاریخی و اجتماعی از تأثیر فناوری بر جامعه و محیط زیست را می‌توان با گنجاندن اصول مهندسی پایدار⁴ در برنامه‌های آموزش مهندسان تقویت کرد.

۱- Innovative Thinking
 ۲- Global Awareness
 ۳- Mega Trends
 ۴- Sustainable Engineering

مراجع:

- ۱- Jansen, D.E., Intercultural competence: a requirement of future professional engineers. Proc. 3rd Global congress on Eng.Edu. Glasgow, Scotland. UK (۲۰۰۲).
- ۲- Goleman, D., Engineers need emotional IQ Eng. News-Record, (۱۹۹۹).
- ۳- بهادری نژاد، مهدی، «پیشنهادی برای آموزش مهندسی در ایران»، فصلنامه آموزش مهندسی ایران، سال اول، شماره ۱، بهار ۱۳۷۸.
- ۴- I.M. Marshall "Recapturing and conveying the Excitement of Engineering through practice, Innovation and Integration." Conference on Teaching Entrepreneurship to Engineering Students. ECT, Monterey, ca. USA, ۲۰۰۳.
- ۵- خدایپرست حقی، اکبر، «دیدگاه نوین در آموزش مهندسی: ارتقاء مدل‌های سنتی به راهکارهای خلاق»، فصلنامه آموزش مهندسی ایران، سال هفتم، شماره ۲۸، زمستان ۱۳۸۴.
- ۶- بهادری نژاد، مهدی، «آموزش موازی مهندسی در دانشگاه و صنعت»، فصلنامه آموزش مهندسی ایران سال دهم، شماره ۳۹، پائیز ۱۳۸۷.
- ۷- رحیمی، غلامحسین، «آموزش مهندسی در برنامه‌های آینده توسعه کشور»، فصلنامه آموزش مهندسی ایران، سال اول، شماره ۳، پاییز ۱۳۷۸.
- ۸- قالیبافیان، مهدی، «نگاهی به برنامه‌های آموزشی و پژوهشی رشته‌های فنی و مهندسی، نیازهای حال و آینده»، فصلنامه آموزش مهندسی ایران، سال اول، شماره ۲، تابستان ۱۳۷۸.
- ۹- بهروزی، ناصر «ضرورت پرورش خلاقیت در آموزش عالی»، فصلنامه آموزش مهندسی ایران سال هشتم، شماره ۲۹، بهار ۱۳۸۵.
- ۱۰- صبحیه، محمدحسین و دیگران «ایجاد خلاقیت در دانشجویان مهندسی معماری»، فصلنامه آموزش مهندسی ایران سال دهم، شماره ۳۷، بهار ۱۳۸۷.
- ۱۱- دانشی، غلامحسین، «روش‌های اجرایی طراحی در مهندسی»، فصلنامه آموزش مهندسی ایران، سال سوم، شماره ۱، بهار ۱۳۸۰.
- ۱۲- ضیایی، مظاهر، «آموزش مهندسی در اقتصاد دانش پایه»، فصلنامه آموزش مهندسی ایران سال نهم، شماره ۳۵، پائیز ۱۳۸۶.
- ۱۳- ذاکر صالحی، غلامرضا، «پارادوکس سرمایه اجتماعی تحصیل کردگان ایرانی: بررسی رابطه آموزش عالی و سرمایه اجتماعی در ایران»، فصلنامه آموزش مهندسی ایران سال دهم، شماره ۴۰، زمستان ۱۳۸۷.
- ۱۴- پایا، علی، «دانشگاه، تفکر علمی، نوآوری، و حیطه عمومی (مجموعه مقالات)»، پژوهشکده مطالعات فرهنگی و اجتماعی، تابستان ۱۳۸۵.
- ۱۵- یعقوبی، محمود؛ بهادری نژاد، مهدی، «اخلاق در مهندسی»، فصلنامه آموزش مهندسی ایران سال پنجم، شماره ۲۰، زمستان ۱۳۸۳.
- ۱۶- یعقوبی، محمود؛ بهادری نژاد، مهدی، «آموزش اخلاق مهندسی چیست؟»، فصلنامه آموزش مهندسی ایران سال پنجم، شماره ۱۸، تابستان ۱۳۸۲.
- ۱۷- دوامی، پرویز، «آموزش مهندسی و نیازها در ایران»، فصلنامه آموزش مهندسی ایران، سال اول، شماره ۱، بهار ۱۳۷۸.
- ۱۸- دوامی، پرویز، «مدلی برای آموزش مهندسی متالورژی در ایران»، فصلنامه آموزش مهندسی ایران سال هفتم، شماره ۲۶، زمستان ۱۳۸۴.
- ۱۹- فرهنگی، شاهرخ، «آموزش مهندسی و نیازهای صنعت در ایران»، فصلنامه آموزش مهندسی ایران، سال دهم، شماره ۳۸، زمستان ۱۳۸۷.
- ۲۰- دهقانی، حبیب الله، «آموزش مهندسی و نیازهای صنعت در ایران»، فصلنامه آموزش مهندسی ایران، سال پنجم، شماره ۱۷، بهار ۱۳۸۲.
- ۲۱- قالیبافیان، مهدی، «آموزش مهندسی و نیازهای صنعت در ایران»، فصلنامه آموزش مهندسی ایران، سال دهم، شماره ۲۵، بهار ۱۳۸۴.
- ۲۲- زمانی پور، فریدون، «آموزش مهندسی و نیازهای صنعت در ایران»، فصلنامه آموزش مهندسی ایران، سال پنجم، شماره ۱۸، تابستان ۱۳۸۲.
- ۲۳- جعفریان، یحیی، «آموزش مهندسی و نیازهای صنعت در ایران»، فصلنامه آموزش مهندسی ایران، سال هفتم، شماره ۲۶، تابستان ۱۳۸۴.
- ۲۴- افشاری، هوشنگ، «آموزش مهندسی و نیازهای صنعت در ایران»، فصلنامه آموزش مهندسی ایران، سال هفتم، شماره ۲۷، پائیز ۱۳۸۴.
- ۲۵- مکنون، رضا، «آموزش مهندسی و نیازهای صنعت در ایران»، فصلنامه آموزش مهندسی ایران، سال نهم، شماره ۳۵، پائیز ۱۳۸۶.
- ۲۶- پیوندی، حسن، «آموزش مهندسی و نیازهای صنعت در ایران»، فصلنامه آموزش مهندسی ایران، سال ششم، شماره ۲۸، زمستان، ۱۳۸۴.
- ۲۷- سلطانیه، محمد، «آموزش مهندسی و نیازهای صنعت در ایران»، فصلنامه آموزش مهندسی ایران، سال ششم، شماره ۲۱، بهار ۱۳۸۳.
- ۲۸- قرینی، دادالله، «آموزش مهندسی و نیازهای صنعت در ایران»، فصلنامه آموزش مهندسی ایران، سال نهم، شماره ۳۶، زمستان ۱۳۸۶.

- 29- نجمائی، محمد، «آموزش مهندسی و نیازهای صنعت در ایران»، فصلنامه آموزش مهندسی ایران، سال دهم، شماره 37، زمستان 1387.
- 30- قلی پاشازاده، اعظم، «آموزش مهندسی و نیازهای صنعت در ایران»، فصلنامه آموزش مهندسی ایران، سال هشتم، شماره 32، زمستان 1385.
- 31- مبینی، علی، «چشم انداز 20 ساله و جایگاه نقشه جامع علمی کشور در تحقق آن». همایش تدوین نقشه جامع علمی کشور. مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور، بهار 1387.
- 32- ظهور، حسن، «آموزش مهندسی ایران»، مجله مهندسان مکانیک، شماره 62، سال هفدهم، دی ماه 1387.
- 33- حجازی، جلال؛ غفاری، محمدمهدی، «ارکان نظام آموزش مهندسی»، فصلنامه آموزش مهندسی ایران، سال هفتم، شماره 28، زمستان 1384.