فصلنامه آموزش مهندسی ایران، سال یازدهم، شماره ۴۲، تابستان ۱۳۸۸، ص۱۸- ۱

ارزیابی داخلی برنامه‌های آموزش مهندسی ایران

حسین معماریان [۱]

چکیده: در چند دههٔ اخیر، تنوع رشته‌های تحصیلی و تعداد دانش‌آموختگان مهندسی ایران به‌نحو بی‌سابقه‌ای افزایش‌یافته است. در این سالها، به‌دلیل اعمال نظام برنامه‌ریزی متمرکز در آموزش‌عالی، محتوای برنامه‌ها و سرفصلهای دروس در همهٔ مراکز آموزشی کم و بیش یکسان بوده است. این در حالی است که محصولات این مراکز؛ یعنی دانش‌آموختگان از درجات مختلفی از توانایی برخوردار بوده‌اند و روشی نیز برای ارزیابی آنها در دسترس نبوده است. امروزه، در کشورهای پیشرفته روشهای کم و بیش یکنواختی برای ارزیابی برنامه‌های آموزش مهندسی و تواناییهای دانش‌آموختگان به کارگرفته می‌شود. ارزیابی برنامه‌های آموزشی می‌تواند در سه سطح داخلی، ملی یا بین‌المللی صورت گیرد. در غیاب یک سیستم مستقل ملی ارزیابی و تضمین کیفیت آموزش مهندسی، و موانعی که در راه ارزیابی بین‌المللی وجود دارد، در دسترس‌ترین روش، اجرای ارزیابی داخلی است. مقایسهٔ برنامه‌های آموزش مهندسی با آموزشهای مشابه در کشورهای پیشرفته نشان می‌دهد که برنامه‌های آموزش مهندسی کشور ما بیشتر بر دانش‌افزایی تأکید و توجه کمتری بر توسعه مهارتها و نگرشهای دانش‌آموختگان دارد. در این مقاله، فرایند ارزیابی و ملاکهایی که به این منظور توسط مراکز بین‌المللی به کار گرفته می‌شود، تشریح شده‌اند و الگویی برای ارزیابی داخلی ارائه شده است. ارزیابی داخلی به شناسایی کاستیهای برنامه‌ها و مرتفع کردن آنها منجر می‌شود و برنامه‌های آموزش مهندسی کشور را برای ارزیابی در سطح ملی و بین‌المللی آماده می‌کند.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی آموزش مهندسی، برنامه‌های آموزش مهندسی، ملاکهای ارزیابی و ایران.

---

۱. استاد دانشکده مهندسی معدن، دانشکده فنی دانشگاه تهران، تهران، ایران. memarian@ut.ac.ir.

۱. مقدمه

توسعهٔ پایدار صنعتی مستلزم انطباق نظام آموزشی با نیازهای صنعت است. انتخاب آموزش عالی مناسب نیز به شناخت مسائلی نیاز دارد که در چند دههٔ اخیر، به خصوص در پی تحولات فناوری و انقلاب اطلاعات، در نظامهای آموزشی جهان رخ داده است. در همین خصوص و همزمان با پایان گرفتن سده بیستم و آغاز هزاره جدید، بسیاری از کشورهای جهان بازنگریهای عمیقی به خصوص در زمینه آموزش عالی و به تبع آن آموزش مهندسی داشته‌اند. در همین زمینه، سازمانهای جهانی و در رأس آن یونسکو به همراه انجمنهای علمی و حرفه‌ای ملی و بین المللی اقدامات گسترده‌ای در زمینهٔ بازنگری وضعیت آموزش عالی و ارائه راهکارهایی برای آینده داشته‌اند[۱، ۲، ۳].

طراحی یک برنامهٔ آموزشی پیشرو و روزآمد فقط یکی از عوامل مؤثر در موفقیت یک دورهٔ آموزشی به شمار می‌رود. انتخاب دانشجویان مناسب، استادان کارآمد، امکانات آموزشی و آزمایشگاهی بایسته، منابع مالی کافی و مدیریت مؤثر از دیگر عوامل تأثیرگذار در موفقیت یک برنامهٔ آموزشی‌اند. موفقیت هر برنامهٔ آموزش مهندسی مستلزم دستیابی به سطح قابل قبولی از هر یک از این ملاکهای تأثیرگذار است. پیش‌نیاز هر اقدامی برای ارتقای برنامهٔ آموزش مهندسی شناسایی کمبودهای احتمالی آن است. روشی کارآمد برای ارزیابی برنامه و تعیین کاستیهای آن، بررسی ضوابط و ملاکهایی است که برای یک آموزش استاندارد در سطح جهان پیشنهاد شده است. بدین منظور، هر برنامهٔ آموزش مهندسی باید علاوه بر اهداف تعریف شده، نظامی به منظور ارزیابی میزان دستیابی به این اهداف داشته باشد تا بتواند سطح آمادگی دانش آموختگان خود را برای روبه رو شدن با واقعیتهای دنیای کار ارزیابی کند.

در کشور ما، با وجود افزایش بی‌سابقه تعداد مراکز آموزشی و تنوع برنامه‌های درسی در طی سه دههٔ گذشته، توجه مشابهی به ارزیابی برنامه‌های آموزشی و محصولات آنها؛ یعنی دانش آموختگان صورت نگرفته است[۳ و ۴]. از طرفی، در سالهای اخیر وزارت علوم، تحقیقات و فناوری یکی از اهداف خود را عدم تمرکز قرار داده و اختیارات زیادی در زمینهٔ خودگردانی و تدوین برنامه‌های آموزشی به دانشگاهها محول کرده است. این مسئله گرچه در جای خود امری مثبت است، درصورتی‌که با یک نظام مستقل ارزیابی و کنترل کیفیت آموزشهای ارائه شده همراه نباشد، می‌تواند ناهماهنگیها و مشکلات جدیدی را به‌وجود آورد[۵].

ارزیابی کیفیت آموزش را می‌توان به‌صورت داخلی یا توسط سازمانهای مستقل خارج از مؤسسه آموزشی انجام داد. پیشنهاد سازمان یونسکو در این خصوص تشکیل مراجع مستقل ملی است. به نظر این سازمان، گزینش دقیق آموزشگران و ارتقای دایم کیفیت آنها، بهبود دایم شیوه‌های آموزش و فراگیری و ایجاد تحرک بین مؤسسات آموزشی و بازار کار از عوامل مهم در تضمین کیفیت آموزش عالی است[۱و ۸].

امروزه، در دنیا مؤسسات و مراکز ملی و بین‌المللی مختلفی برای ارزیابی آموزش مهندسی ایجاد شده است و دانشگاههای معتبر برنامه‌های آموزشی خود را به‌گونه‌ای سامان می‌دهند که محتوای آن توسط یکی از این مراکز مورد تأیید قرار گیرد. متأسفانه، در کشور ما اعتبار سنجی برنامه‌های آموزش مهندسی، به‌صورتی که در دنیا مرسوم است، رایج نیست و مرکز مستقل خاصی متولی ارزیابی دایم آموزش مهندسی نیست. از این رو، آمار و اطلاعات در این زمینه به‌نسبت کم است. به نظر می‌رسد که پیاده کردن سیستم ارزیابی کیفیت آموزش مهندسی در ایران، به‌گونه‌ای که در کشورهای پیشرفته رایج است، نیاز به مقدماتی داشته باشد. در غیاب یک نظام مستقل ملی ارزیابی برنامه‌های آموزشی، دانشگاهها و گروههای آموزشی هستند که باید رأساً ارزیابی عملکرد برنامه‌های آموزش مهندسی خود را آغاز کنند و ضمن شناسایی و برطرف کردن کاستیهای احتمالی آنها، این برنامه‌ها را برای عرضه به مراکز بین‌المللی به منظور ارزیابی آماده سازند. ارزیابی بین‌المللی برنامه‌های آموزش مهندسی ایران پیامدهای مثبت فراوانی خواهد داشت که از آن میان می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- دستیابی به معیاری معتبر برای شناسایی جایگاه جهانی آموزش مهندسی کشور؛
- شناسایی نقاط قوت و کاستیهای برنامه‌های جاری آموزش مهندسی؛
- ایجاد رقابتی سازنده بین مراکز عرضه کننده آموزش مهندسی کشور؛
- برقراری معیاری برای صنعت و بازار کار داخلی، برای انتخاب دانش‌آموختگان مراکز آموزشی مختلف؛
- ایجاد معیاری مؤثر برای تخصیص اعتبارات از طرف دولت و بخش خصوصی به مراکز آموزش مهندسی؛
- تسهیل ادامهٔ تحصیل دانش‌آموختگان مهندسی کشور در دانشگاههای تراز اول جهان؛
- کمک به فرایند صادرات نیروی انسانی متخصص، متناسب با نیازهای بازار جهانی مهندسی؛
- تسهیل برقراری برنامه‌های آموزشی و پژوهشی مشترک با مراکز و دانشگاههای معتبر دنیا؛
- کسب مرتبه ای بالاتر در رتبه بندی دانشگاهها و مراکز آموزش مهندسی جهان.

در مقالهٔ حاضر به دنبال مرور روشهای ارزیابی آموزش مهندسی در کشورهای پیشرفته و تشریح ملاکهایی که در این زمینه مورد استفاده قرارمی‌گیرد، الگویی برای ارزیابی داخلی کیفیت برنامه‌های آموزش مهندسی کشور به عنوان پیش‌نیاز ارزیابی ملی و بین‌المللی آنها، ارائه شده است.

۲. ارزیابی آموزش مهندسی

رشد کشورها در گرو دسترسی شهروندان آنها به مهارتهای مناسب است و توانایی فنی عاملی تعیین کننده در پیشرفت اقتصادی به شمار می‌رود. در دنیای امروز، دانشگاهها می‌توانند مهارتهای لازم و پیشرفت فنی را با ارائه آموزش و پژوهش مناسب تأمین کنند. به منظور اطمینان از حصول این وظایف، کشورهای پیشرفته از آغاز دهه ۸۰ میلادی برنامه‌های تضمین‌کیفیت آموزش عالی را به‌کارگرفته‌اند. در یکی دو دهه اخیر، برخی از دانشگاههای کشورهای در حال توسعه نیز در این زمینه از همتایان خود در کشورهای پیشرفته پیروی کرده اند. در آستانهٔ سدهٔ تازه، سازمانها و انجمنهای جهانی نیز هر یک به نحوی ارزیابی کیفی آموزش عالی را تجویز کرده‌اند. به اعتقاد یونسکو این ارزیابی باید تمام فعالیتها و عملکردها از جمله برنامه‌های آموزشی، نحوهٔ ارائه آموزش، پژوهش، آموزشگران، دانشجویان، فضای آموزشی، تأسیسات و تجهیزات و خدمات جانبی دیگر را در برگیرد[۱، ۳، ۶ و ۷].

فرایند ارزیابی نیاز به این دارد که اهداف برنامه متناسب با مأموریت مؤسسهٔ آموزشی و رسالت آموزش مهندسی باشد. میزان دستیابی به این اهداف به روشهای مختلفی سنجیده می‌شود. ارزیابی و کنترل کیفیت می‌تواند در خصوص مراکز آموزشی یا برنامه‌های آموزشی صورت بگیرد. مراکز آموزشی را می‌توان در سه زمینهٔ مختلف مورد ارزیابی قرار داد:

- منابع (نیروی انسانی، امکانات و تجهیزات)؛
- فرایند آموزش و فراگیری؛
- محصولات (دانش آموختگان، پژوهشها و خدمات).

ارزیابی کیفیت **برنامه‌های آموزشی** نیز به صورتهای مختلف امکانپذیر است:

- برقراری ضوابط و دستورالعملهای دولتی؛
- کنترل داخلی توسط هر مرکز آموزشی؛
- استفاده از سازکار بازار؛
- ایجاد نظام ارزیابی کیفیت مستقل در سطح ملی؛
- استفاده از خدمات مؤسسات ارزیابی بین‌المللی.

در کشورهای غربی کلیه روشهای یاد شده به تفاوت به‌کار گرفته می‌شوند، در صورتی که در بسیاری از کشورهای در حال توسعه نقش ضوابط دولتی پررنگ‌تر و سازکار کنترل بازار بسیار کمرنگ است. در این کشورها برقراری یک نظام مستقل کنترل کیفیت در سطح ملی امری نسبتاً مشکل و

پرهزینه است. در چنین شرایطی، در دسترس‌ترین روش ارزیابی ایجاد نظام کنترل کیفیت داخلی توسط هر یک از مؤسسات آموزشی است[۳ و ۹].

آموزشهای دانشگاهی در کشورهای پیشرفته حالتی پویا دارد و با توجه به تغییر در نیازهای جامعه به دانش آموختگان مهندسی مورد بازنگری قرار می‌گیرد. در اغلب این کشورها، ارزیابی آموزشهای دانشگاهی به مؤسسات خاصی محول شده است. آرزیابی آموزش مهندسی را در کشورهای غربی عمدتاً انجمنهای حرفه‌ای انجام می دهند. برای مثال، در کشور آمریکا سازمان یا وزارتخانه‌ای که مراکز آموزشی و برنامه‌های آنها را ارزیابی و تأیید کند وجود ندارد و این امر توسط بخش خصوصی صورت می‌گیرد. مرکز اصلی ارزیابی آموزش مهندسی در آمریکا شورای ارزیابی مهندسی و فناوری (ABET)[1] است که اتحادیه‌ای متشکل از ۳۱ انجمن حرفه‌ای مهندسی و فناوری است[۱۰ و ۱۱]. این مؤسسه مراکز آموزشی مختلف را درجه‌بندی نمی‌کند، بلکه فقط برنامه‌های آموزشی را بررسی و مشخص می‌کند که آیا دانش آموختگان آنها حداقل مهارتها و دانشهای مورد نیاز را کسب کرده‌اند؟ آیا مؤسسهٔ آموزشی مورد بررسی برنامه‌ای قابل قبول برای بهبود کیفیت و پیشبرد دایم خود دارد؟ [۳].

در کشور کانادا، به خلاف آمریکا، دولت تا حدی در امور مربوط به کیفیت آموزش نظارت دارد. در این کشور نیز به مؤسسات و برنامه‌هایی که حداقل ملاکها و استانداردهای در نظر گرفته شده را اقناع سازند، گواهینامه‌ای توسط شورای ارزیابی مهندسی کانادا (CEAB)[2] اعطا می‌شود. فعالیت این مؤسسات فقط ارزیابی برنامه‌های آموزشی است و ارزیابی گروه آموزشی یا دانشکده و دانشگاه را شامل نمی شود [۱۲ و۱۳].

در استرالیا برنامه‌های آموزش کارشناسی توسط نظام اعتبار سنجی مهندسی استرالیا (AMS)[3]، ارزیابی می‌شود. برنامهٔ ارزیابی در این کشور کم و بیش مشابه کشور کاناداست و طی آن هر برنامه از نظر محتوا، دسترسی به منابع و امکانات و بالاخره، شکل و روشهای ارائه، مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. ساختار ارزیابی آموزشی در این کشور نسبتاً ساده است و توسط کمیته‌ای متشکل از استادان دانشگاه و نمایندگانی از صنعت صورت می‌گیرد. این کمیته به جزئیات برنامه یا حداقل وسایل و تجهیزات مورد نیاز نمی‌پردازد. در کلیهٔ برنامه های آموزش مهندسی استرالیا حداقل ۱۲ هفته کار در صنعت منظور شده است [۱۴، ۱۵، ۱۶ و ۱۷].

---

1. Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET)
2. Canadian Engineering Accreditation Board (CEAB)
3. Engineers Australia Accreditation Management System (AMS)

ارزیابی آموزش مهندسی در اروپا توسط انجمن اعتبار سنجی آموزش عالی اروپا (ENQA)[1] انجام می شود[۱۸]. از بین کشورهای در حال توسعه، که ارزیابی آموزش عالی در آنها رایج است، آفریقای جنوبی را می‌توان مثال زد که ارزیابی در آن در سطح ملی (SAQA)[2] انجام می‌شود[۱۹]. در فهرست منابع انتهای مقاله علاوه بر مراکز ارزیابی اروپا[۱۸]، آمریکا[۱۰]، کانادا [۱۲]، استرالیا [۱۴] و آفریقای جنوبی[۳۲]، آدرس وبگاههای مراکز ارزیابی آموزش مهندسی در کشورهای انگلستان[۲۴]، ایرلند[۲۵]، نیوزیلند[۲۶]، ژاپن[۲۷]، کره جنوبی[۲۸]، سنگاپور[۲۹]، هنگ کنگ[۳۰] و تایوان [۳۱] نیز آمده است.

هر برنامهٔ آموزشی باید فرایندی برای ارزیابی و ثبت دستاوردهای خود داشته باشد. فرایند ارزیابی باید نشان دهد که برنامه تا چه حد به اهداف خود دست یافته است. برخی از شواهدی که در این زمینه می‌توانند به‌کار آیند، عبارت‌اند از: پروژه های طراحی مهندسی تهیه شده توسط دانشجویان، نتایج امتحانات انجام شده در سطح ملی (مثل آزمونهای کارشناسی ارشد) و وضعیت دانش آموختگان از نظر دستاوردهای علمی. از دیگر ملاکهایی که گاه در این زمینه به‌کار گرفته می شود، بررسی احتمال پیدا کردن کار توسط دانش آموختگان پس از فارغ التحصیلی است[۳]. امروزه، رایج‌ترین روش برای ارزیابی آموزش مهندسی در کشورهای پیشرفته استفاده از ملاکهای ارزیابی برنامه‌های آموزش مهندسی است که توسط مؤسسات معتبر بین‌المللی به‌کار گرفته می‌شود.

۳. ملاکهای ارزیابی

روشی کارآمد برای تعیین جایگاه آموزش مهندسی کشور، در مقایسه با آموزشهای مشابه در کشورهای پیشرفته، بررسی ضوابط و ملاکهایی است که برای یک آموزش استاندارد پیشنهاد شده است. با توجه به آنچه در کشورهای آمریکا، کانادا و استرالیا رایج است، هشت ملاک را می‌توان در این زمینه دارای اولویت اصلی دانست. این ملاکها عام و در خصوص همهٔ رشته‌های مهندسی صادق است. علاوه بر اینها، ملاکهای دیگری نیز به‌طور خاص برای برخی از برنامه مهندسی پیشنهاد شده است[۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۴ و ۲۰].

---

1. European Association for Quality Assurance in Higher Education (ENQA)
2. South African Qualification Authority (SAQA)

مفاهیم اصلی که معمولاً در ارزیابی آموزش مهندسی به کارگرفته می‌شود، به نحو زیر تعریف می‌شوند[۱۱]:

- اهداف برنامهٔ آموزشی[1]: عباراتی کلی برای توصیف تواناییهای کاری و حرفه‌ای که مایلیم دانش آموختگان برنامه به آن دست یابند.
- دستاوردهای برنامه[2]: عباراتی دقیق‌تر، برای توصیف آنچه انتظار می‌رود تا دانشجویان بدانند و در زمان فارغ‌التحصیلی قادر به انجام دادن آن باشند.
- تشخیص[3]: یک یا چند فرایند برای شناسایی، گردآوری و آماده سازی داده‌ها به منظور ارزیابی اهداف و دستاوردهای برنامه.
- ارزیابی[4]: یک یا چند فرایند برای تفسیر داده‌ها و شواهدی که در طی فرایند تشخیص گردآوری شده است. ارزیابی میزان دستیابی به اهداف و دستاوردهای برنامه را مشخص و اقدامات لازم برای بهبود آن را فراهم می کند..

هر برنامهٔ آموزشی که مایل است ارزیابی شود باید به‌طور واضحی نشان دهد که قادر است هشت ملاک عام و ملاک خاص احتمالی برنامه را اقناع کند. ملاکهای عام عبارت‌اند از: دانشجویان، اهداف آموزشی برنامه، دستاوردهای برنامه، ارتقای مداوم کیفیت برنامه، محتوای برنامهٔ درسی، آموزشگران، امکانات و حمایتها [۱۱].

ملاک ۱. دانشجویان: برنامه باید بتواند اقدامات زیر را در خصوص دانشجویان انجام دهد:

- عملکرد دانشجویان را بسنجد؛
- به دانشجویان در خصوص برنامهٔ درسی و آینده حرفه ای راهنمایی ارائه دهد؛
- پیشرفت دانشجویان را در ارتباط با دستاوردهای برنامه دنبال کند؛
- دانشجویان را قادر سازد تا در زمان فارغ التحصیلی به تمام الزامات برنامه دست یابند.

ملاک ۲. اهداف آموزشی برنامه: برنامه‌ای که قرار است ارزیابی شود باید حاوی موارد زیر باشد:

- اهداف آموزشی مکتوب که با رسالت مؤسسهٔ آموزشی و ملاکهای ارزیابی همخوانی مناسب داشته باشد.

1.Program Educational Objectives
2. Program Outcomes
3. Assessment
4. Evaluation

- فرایندی که به‌طور ادواری مطابقت اهداف برنامه با نیازهای طرفهای درگیر در برنامه را تعیین و ثبت کند.
- فرایندهای تشخیص و ارزیابی که به طور ادواری میزان دستیابی به اهداف را تعیین و ثبت کند.

ملاک۳. دستاوردهای برنامه: برنامه مهندسی باید نشان دهد که دانش‌آموختگان آن به دستاوردهای زیر رسیده اند:

۱. توانایی به‌کارگیری دانشهای ریاضی، علوم و مهندسی؛
۲. توانایی طراحی و اجرای آزمایشها و تحلیل و تفسیر داده ها؛
۳. توانایی طراحی یک وسیله، سیستم یا فرایند، برای رفع یک نیاز؛
۴. توانایی کار در گروههای دارای عملکردهای متفاوت؛
۵. توانایی شناسایی، فرموله کردن و حل مشکلات مهندسی؛
۶. توانایی درک مسئولیتهای حرفه‌ای و اخلاقی؛
۷. توانایی ایجاد ارتباط مؤثر (شفاهی، نوشتاری و تصویری)؛
۸. کسب آموزشهای لازم برای درک تأثیر راه حلهای مهندسی بر جامعه محلی و جهانی؛
۹. درک ضرورت کسب مداوم آموزش در طول کار حرفه ای؛
۱۰. آگاهی از مسائل معاصر؛
۱۱. توانایی استفاده از فناوریها، مهارتها، و ابزارهای مدرن در فعالیتهای مهندسی.

دستاوردهای هر برنامه عبارت‌است از: دستاوردهای پایه یاد شده و هر دستاورد اضافی دیگری که توسط برنامه حاصل می‌شود. دستاوردهای برنامه باید در راستای اهداف آموزشی برنامه باشد. دستاوردهای برنامه باید توسط یک فرایند تشخیص و ارزیابی به طور ادواری بررسی و نتایج آن شناسایی و ثبت شوند.

ملاک ۴. ارتقای مداوم کیفیت: هر برنامه باید شواهد اقداماتی را که در راستای بهبود آن صورت گرفته، نشان دهد. این اقدامات باید مبتنی بر اطلاعات موجود مثل نتایج ملاکهای ۲ و ۳ باشد.

ملاک ۵. برنامهٔ درسی: در کشورهایی که برنامه ریزی آموزشی غیر متمرکز است، مراکز آموزشی مختلف سعی در نوآوری و ارائه دروسی دارند که به‌نحو بهتری نیازهای بازار کار را تأمین کند و جاذبه بیشتری برای دانشجویان داشته باشد. در این کشورها برنامه‌های تضمین کیفیت به‌هیچ وجه در خصوص عنوان تک‌تک دروس و ریز سر فصلهای آنها اظهار نظر نمی‌کنند، بلکه فقط مؤلفه‌های اصلی

آموزش مهندسی را مشخص سازند، بدون آنکه درس خاصی را تجویز کنند. در چنین شرایطی، آموزشگران باید مطمئن شوند که برنامهٔ درسی وزن مناسب و زمان کافی را به هر یک از بخشهای برنامه، در راستای مأموریت و هدفهای مؤسسهٔ آموزشی و دستاوردهای برنامه، اختصاص دهد [۳].

مولفه‌های اصلی بخش حرفه‌ای (تخصصی) برنامه‌های آموزش کارشناسی مهندسی در آمریکا به‌صورت زیر پیشنهاد شده است[۱۱]:

- یک‌سال آموزش ریاضیات و علوم پایه متناسب با رشته تحصیلی (همراه با فعالیتهای عملی و آزمایشگاهی لازم).
- یک‌سال و نیم دروس مهندسی شامل علوم مهندسی و طراحی مهندسی، متناسب با رشته تحصیلی. دروس علوم مهندسی ریشه در ریاضیات و علوم پایه دارند، ولی دانش را در راستای کاربردهای خلاقانه به کار می‌گیرند. این دروس پلی بین ریاضیات و علوم پایه از یک سو، و فعالیتهای مهندسی از سوی دیگر، برقرار می‌کنند. طراحی مهندسی فرایند ساخت یک سیستم، وسیله یا فرایند، برای کشف یک نیاز است. طراحی در واقع، یک فرایند تصمیم‌گیری (اغلب مکرر) است که در آن منابع با به‌کارگیری علوم پایه، ریاضیات و علوم مهندسی به‌گونه‌ای بهینه تغییر داده می‌شوند تا نیازهای تعریف شده محقق شود[۴ و ۱۱].
- نیم سال یک بخش آموزش عمومی که مکمل بخش تکنیکی برنامه درسی و همراستا با اهداف برنامه و مؤسسه آموزشی باشد.

همچنان که دیده می‌شود، در کشور آمریکا مؤسسات آموزش مختارند که یک سال از دروس دورهٔ چهارسالهٔ آموزش کارشناسی مهندسی را به‌طور آزادانه و با توجه به اهداف و رسالت خود انتخاب کنند با این شرط که دانشجویان توسط برنامهٔ درسی که اوج آن یک تجربهٔ کامل طراحی[۱] است، برای فعالیتهای حرفهٔ مهندسی آماده شوند.

در کشور کانادا حداقل تعداد ساعات آموزش در یک دورهٔ چهار سالهٔ کارشناسی مهندسی ۱۸۰۰ ساعت در نظر گرفته شده است. هر ساعت معادل ۵۰ دقیقه کلاس نظری یا ۱۰۰ دقیقه فعالیت آزمایشگاهی یا حل مسئله است[۳، ۱۲ و ۱۳]. حداقل ساعات اختصاص داده شده به مؤلفه های اصلی آموزش کارشناسی مهندسی در این کشور عبارت است از:

- **ریاضیات (۱۹۵)**: جبر خطی، حساب دیفرانسیل و انتگرال، معادلات دیفرانسیل، آمار و احتمال و تحلیل عددی؛
- **علوم پایه (۲۲۵)**: فیزیک، شیمی، علوم زمین و علوم زیستی؛

---

۱. طراحی بر پایه دانش و مهارتهایی که در دروس قبلی فراهم آمده است و در نظرگرفتن استانداردهای مناسب مهندسی و محدودیتهای اجرایی.

- **علوم مهندسی و طراحی (۹۰۰):** به‌منظور تقویت مهارتهای ریاضی یا عددی، مدلسازی، شبیه‌سازی و آزمونهای تجربی؛
- **مطالعات تکمیلی (۲۲۵):** علوم انسانی، علوم اجتماعی، هنر، مدیریت، اقتصاد مهندسی و ارتباطات؛

همچنان‌که دیده می شود، تقریباً نیمی از زمان آموزش به فراگیری مباحث رشتهٔ تخصصی و طراحی مهندسی اختصاص یافته است. در کشورکانادا فعالیتهای آزمایشگاهی بخش چشمگیری از برنامهٔ آموزش مهندسی را به‌خود اختصاص می‌دهد.

برنامهٔ تضمین کیفیت آفریقای جنوبی نیز نسبتهای زیر را برای هر یک از مؤلفه‌های اصلی آموزش کارشناسی مهندسی در نظرگرفته است: ریاضیات(۱)، علوم پایه(۱)، علوم مهندسی(۳)، طراحی و تحلیل(۱)، مطالعات تکمیلی(۱) و دروس اختیاری(۱)[۳ و ۱۹]. این نسبتها در ایران کم و بیش به‌نحو مندرج در جدول ۱ است. همچنان‌که در این جدول دیده می شود، با توجه به واحدهای اختصاص یافته، نسبتهای تقریبی زیر برقرار است: دروس عمومی(۲)، دروس پایه(۳)، دروس اصلی(۴)، دروس تخصصی(۳) و دروس اختیاری(۱). در برنامه‌های مصوب دیگر شاخه‌های مهندسی ایران نیز کم و بیش همین نسبتها برقرار است.

جدول ۱. آمار توزیع دروس مؤلفه‌های اصلی دورهٔ کارشناسی مهندسی معدن، مصوب شورای عالی برنامه ریزی ۱۳۷۶/٤/۸ [۵]

نوع درس	تعداد درس	تعداد واحد		ساعت	
		نظری	عملی	نظری	عملی
عمومی	۱۰	۱۸	۲	۳۰۶	۶۸
پایه	۱۳	۲۸	۴	۴۷۶	۱۳۶
اصلی	۲۰	۳۴	۸	۵۷۸	۳۲۳
تخصصی	۱۷	۲۷	۷	۴۵۹	۳۰۶
اختیاری	۳	۶	۱	۱۰۲	۳۴
وغیره (پروژه) *	۱	–	۳	–	–
جمع	۶۴	۱۱۳	۲۵	۱۹۲۱	۸۷۶
جمع کل		۱۳۸		۲۷۸۸	
فعالیتهای نظری ۶۹ ٪		فعالیتهای عملی ۳۱٪			
* گذراندن واحد پروژه نیاز به کار عملی دارد					

ملاک ۶. آموزشگران: استادان قلب هر برنامهٔ آموزشی محسوب می‌شوند. از این رو، تعداد آموزشگران باید کافی باشد و از تواناییهایی لازم برخوردار باشند که تمام زمینه‌های برنامه را پوشش دهد. تعداد آموزشگران تمام وقت باید به‌گونه‌ای باشد که آنها علاوه بر آموزش و راهنمایی دانشجویان، فرصت کافی برای پژوهش، شرکت در فعالیتهای اجرایی، توسعه تواناییهای تخصصی و حرفه‌ای و ارتباط با صنعت را داشته باشند. به همین ترتیب، میزان تدریس استادان باید به‌گونه‌ای باشد که فعالیتهای یاد شده امکانپذیر شود. در گروهی از مراکز آموزش مهندسی دنیا نسبت متوازن آموزش، پژوهش و فعالیتهای اجرایی و اجتماعی عضو هیئت علمی را به ترتیب برابر ۴۰٪، ۴۰٪ و ۲۰٪ در نظر می‌گیرند. آموزشگران برنامه باید از تواناییهای مناسبی برخوردار باشند، قدرت کافی برای هدایت صحیح برنامه داشته باشند و بتوانند فرایندهایی را برای تشخیص، ارزیابی و ارتقای مداوم برنامه و اهداف و دستاوردهای آموزشی آن توسعه دهند و به‌کار بندند.

تواناییهای کلی اعضای هیئت علمی توسط عواملی چون میزان تحصیلات، ارتباط رشتهٔ تحصیلی، تجربهٔ آموزشی، مرتبهٔ دانشگاهی، سطح تحقیقات [که معمولاً توسط انتشارات علمی سنجیده می‌شود]، تجربهٔ کار مهندسی و حرفه‌ای، قدرت برقراری ارتباط مؤثر، اشتیاق برای توسعه برنامه‌های مؤثرتر، عضویت در انجمنهای علمی و حرفه‌ای و کسب مدرک مهندس حرفه‌ای۱ ارزیابی شود.

ملاک ۷. امکانات: کلاسهای درس، آزمایشگاهها و تجهیزات مرتبط با آنها باید متناسب با اهداف برنامه باشد و محیطی مناسب را برای آموزش و فراگیری فراهم کند. امکانات و تجهیزات باید به‌گونه‌ای باشند که ارتباط بین استادان و دانشجویان تسهیل و فعالیتها تخصصی ترغیب شود. برنامه باید فرصت فراگیری کاربردهای ابزارهای مهندسی مدرن را برای دانشجویان فراهم کند. امکانات مناسب برای کسب اطلاعات و محاسبات باید در دسترس باشد تا امکان فعالیتهای پژوهشی دانشجویان و استادان و اهداف آموزشی برنامه و دانشگاه را فراهم سازد.

ملاک ۸. حمایتها: برای تضمین کیفیت و کمیت برنامه حمایت دانشگاه، منابع مالی لازم و مدیریت سازنده باید به‌نحو مناسبی وجود داشته باشد. منابع باید به‌حدی باشد که جذب، حفظ و ارتقای حرفه‌ای یک عضو هیئت علمی شایسته را امکان‌پذیر سازد. منابع همچنین، باید برای تأمین، نگهداری

---

۱. مهندس حرفه ای یا PE (Professional Engineer) اصطلاحی است که به مهندسان رسمی دارای پروانه اطلاق می‌شود و در کشور ما به‌نحو زیر تعریف شده است: "مهندس حرفه‌ای فردی است که از میزان مناسبی از دانش و تجربه در حرفهٔ خود برخوردار بوده و آگاهی و دانسته‌های حرفه ای او در حوزهٔ تخصصی و نیازهای جامعه به روز بوده و معتقد به توسعهٔ پایدار باشد. مهندس حرفه‌ای همچنین، باید با اقتصاد، مدیریت و اصول تجارت آشنایی داشته و دارای احساس مسئولیت حرفه‌ای، اجتماعی، اخلاقی و غیره باشد [۴].

و استفاده از وسایل و تجهیزات مورد نیاز برنامهٔ مهندسی کافی باشد. نیروی پشتیبانی و خدماتی نیز باید با نیازهای برنامه متناسب باشند.

ملاک ۹. ملاک خاص برنامه: هر برنامه باید علاوه بر هشت ملاک عام پیش گفته، ملاکهای خاص برنامه را نیز [در صورت وجود] اقناع کند. این ملاکها ویژگیهای لازم برای تفسیر ملاکهای دورهٔ کارشناسی، به‌گونهٔ قابل اجرا در یک رشته را تأمین می‌کند. نیازهای تصریح شده در ملاکهای برنامه، به زمینه‌هایی از برنامهٔ درسی و صلاحیتهای اعضای هیئت علمی محدود است. در سند منتشر شده در سال ۲۰۰۹ ، ملاکهای برنامه برای رشته‌های مختلف مهندسی ارائه شده است[۱۱]. در اینجا به عنوان نمونه ملاکهای خاص برنامهٔ **آموزش کارشناسی مهندسی معدن** را مرور می‌کنیم:

- توانایی کاربرد ریاضیات توسط معادلات دیفرانسیل، فیزیک، شیمی عمومی و آمار و احتمال به گونه‌ای که در کاربرد مسائل معدنی مطرح می‌شود؛
- دانش پایه در علوم زمین شامل توصیف کانسارها، زمین شناسی فیزیکی، زمین شناسی ساختاری یا مهندسی، شناسایی و تعیین ویژگیهای کانیها و سنگها؛
- کارایی در استاتیک، دینامیک، مقاومت مصالح، مکانیک سیالات، ترمودینامیک و مدارهای الکتریکی؛
- کارایی در موضوعات مهندسی مرتبط با معدنکاری سطحی و زیر زمینی شامل روشهای معدنکاری، برنامه ریزی و طراحی، نگهداری و مکانیک سنگ، ایمنی و بهداشت، مسائل زیست محیطی و تهویه؛
- کارایی در موضوعات دیگر مهندسی مثل خردایش سنگ، بررسی مواد، فراوری کانیها یا زغال سنگ، نقشه برداری و ارزیابی معدنی و تعیین ذخیره منابع معدنی متناسب با اهداف برنامه.
- عملیات آزمایشگاهی کافی که به ایجاد مهارت در مورد مفاهیم زمین شناسی، مکانیک سنگ، تهویه معدن و دیگر موضوعات مرتبط با اهداف برنامه منجر بشود.

گروههای آموزش مهندسی کشور می‌توانند از ملاکهای نه گانه یاد شده، برای ارزیابی داخلی برنامه‌های آموزش مهندسی خود و شناسایی نقاط قوط و ضعف آنها استفاده کنند.

۴. ارزیابی داخلی برنامه‌های آموزش مهندسی

مقایسهٔ برنامه‌های آموزش مهندسی کشور ایران با ملاکهای اختصاصی هر برنامه، که توسط مؤسسات ارزیابی بین‌المللی ارائه شده است، نشان می‌دهد که محتوای فنی اغلب این برنامه‌ها کم و بیش مناسب است[۱۱]. برای مثال، محتوای فنی برنامهٔ آموزش مهندسی معدن ایران کم و بیش مشابه

ملاکهای اختصاصی برنامهٔ آموزش مهندسی معدن است که توسط ABET پیشنهاد شده است و پیشتر (در بخش ۴) ارائه شد[۵]. این در حالی است که این برنامه‌ها در زمینه‌های دیگری چون تقویت تواناییهای ذهنی، قدرت حل مسایل، خلاقیت، طراحی مهندسی و مهارتهای ارتباطی کاستیهایی دارند.

برای کمّی‌کردن کاستیهای برنامه های آموزش مهندسی از روشهای مختلفی می‌توان سود جست. برای مثال، نقش هر یک از درسها در دستیابی به اهداف برنامه را می‌توان با جدولی که سطر اول آن نام درسها و ستون سمت راست آن دستاوردهای مورد انتظار برنامه است، مورد ارزیابی قرار داد. با قرار دادن اعداد ۰، ۱، ۲و۳ در خانه های مختلف جدول، که معرف درجات دستیابی هر درس به هر یک از دستاوردهای مورد انتظار برنامه است، نقاط قوت و کاستیهای برنامه آشکار می‌شود (جدول ۲).

جدول ۲. ارزیابی دستاوردهای تعدادی از دروس برنامهٔ آموزش مهندسی استخراج معدن ایران (از هر زمینه ۵ درس به طور تصادفی انتخاب شده است).

	دروس عمومی						دروس پایه						دروس اصلی						دروس تخصصی				
۰ = صفر (غیر مرتبط با دستاورد) ۱ = کم (در سطح معرفی مقدماتی دستاورد به دانشجویان) ۲ = متوسط (در سطح آشنا نمودن دانشجویان با دستاورد) ۳ = زیاد (در سطح دستیابی کامل دانشجویان به دانش، مهارت یا نگرش مورد نظر دستاورد)	فارسی	زبان خارجی	اخلاق و تربیت اسلامی	تاریخ اسلام	تربیت بدنی	معادلات دیفرانسیل	شیمی عمومی	فیزیک ۱	محاسبات عددی	برنامه نویسی	استاتیک	مکانیک سیالات	مقاومت مصالح	ماشینهای حرارتی	زمین شناسی عمومی	روشهای استخراج	کانه آرائی	ترابری	چالزنی	اقتصاد معدنی
دستاورد های مورد انتظار / **تعداد واحد**	۳	۳	۲	۲	۱	۳	۳	۳	۲	۳	۳	۳	۲	۲	۲	۲	۳	۲	۳	۲	۳	۳	۲
۱. توانایی به‌کارگیری دانشهای ریاضی، علوم و مهندسی	۰	۰	۰	۰	۰	۳	۲	۳	۳	۳	۱	۳	۳	۳	۲	۲	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۱
۲. توانایی طراحی و اجرای آزمایشها و تحلیل و تفسیر داده ها	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۲	۲	۲	۲	۳	۳	۲	۳	۳	۳	۱
۳. توانایی طراحی یک وسیله، سیستم یا فرایند، برای رفع یک نیاز	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۲	۳	۳	۳	۲	۳	۲
۴. توانایی کار در گروههای دارای عملکردهای متفاوت	۰	۰	۰	۰	۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۵. توانایی شناسایی، فرموله کردن و حل مشکلات مهندسی	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳
۶. توانایی درک مسئولیتهای حرفه‌ای و اخلاقی	۰	۰	۲	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱
۷. توانایی ایجاد ارتباط مؤثر (شفاهی، نوشتاری و تصویری)	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۸. کسب آموزش‌های لازم برای درک تأثیر راه‌حلهای مهندسی برجامعه محلی و جهانی	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱
۹. درک ضرورت کسب مداوم آموزش در طول کار حرفه ای	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۱۰. آگاهی از مسائل معاصر	۰	۱	۱	۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱
۱۱. توانایی استفاده از فناوریها، مهارتها، و ابزارهای مدرن، در فعالیتهای مهندسی	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۳	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۰

برای نمونه، همچنان‌که در جدول ۲ دیده می‌شود، تعدادی از دستاوردهای ضروری آموزش مهندسی، که توسط مؤسسهٔ ABET تجویز شده است[۱۱]، توسط برنامهٔ آموزش کارشناسی مهندسی استخراج معدن کشور به صورت کامل اقناع نمی‌شوند.

این‌گونه بررسیها نشان می‌دهد که برنامه‌های آموزش مهندسی ایران تأکید بیشتری بر آموزش علوم مهندسی دارد و در اغلب این برنامه‌ها کمتر کوششی برای تشریح نتایج اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی فعالیتهای مهندسی صورت می‌گیرد. به بیانی دیگر، برنامه‌های آموزش مهندسی کشور تأکید اصلی خود را بر کسب دانش قرار داده‌اند و به مسائلی چون توسعه مهارتها و نگرشهای فردی التفات کمتری نشان می‌دهند. این در حالی است که علاوه بر انتقال دانش، باید به توسعهٔ مهارتهای لازم برای ایجاد توانایی به‌کاربستن آموخته ها در فعالیتهای مهندسی اهتمام ورزید.

توانایی حرفه‌ای را می‌توان ارتباط پیچیدهٔ بین سه مقوله: دانش، مهارت و نگرش به حساب آورد. بدین منظور، یک دورهٔ آموزش مهندسی باید بتواند دانش آموختگانی تربیت کند که ضمن داشتن دانش کافی از مبانی علوم و مهندسی، دارای مهارت و توانایی در ارتباطات، کارگروهی و خودآموزی باشد و نگرش درستی به محتوای اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی مهندسی داشته باشند [۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶و۱۷]. به نظر می‌رسد که یکی از مسائل اساسی در طراحی و اجرای برنامه‌های آموزش مهندسی کشور ایجاد توازن بین سه مؤلفهٔ مذکور است.

فعالیتهای کلیدی یک فارغ التحصیل مهندسی در دنیای کنونی عبارت از جمع آوری، تحلیل و ساماندهی داده‌ها، تبادل ایده‌ها و اطلاعات، برنامه‌ریزی و ساماندهی فعالیتها، کارگروهی، به‌کاربردن مفاهیم و روشهای ریاضی، حل مسائل و بالاخره به‌کارگیری فناوری است [۲۱، ۲۲ و۲۳]. همچنان‌که دیده می‌شود، امروزه، داشتن مهارت در دستیابی به اطلاعات و به‌کارگیری آن اهمیت ویژه‌ای در حرفهٔ مهندسی پیدا کرده است. خلاصه اینکه دانش آموختگان مهندسی باید علاوه بر داشتن فنی، دارای مهارت لازم در فهم و کاربرد مطالب، توانایی ارتباط با دیگران و قابلیت تداوم فراگیر نیز، باشند. مهم‌ترین مهارتهای مورد نیاز برای یک دانش آموختهٔ مهندسی را به نحو زیر می‌توان خلاصه کرد:

- مهارتهای ارتباطی کتبی، شفاهی و الکترونیکی؛
- مهارت در به‌کارگیری رایانه؛
- مهارت در انجام دادن کارگروهی؛
- مهارتهای ذهنی از جمله داشتن ذهن پرسشگر و تفکر مستقل، روشن و خلاق؛
- مهارت در حل مسائل همچون توانایی تعریف مسئله، تحلیل آن، پیشنهاد گزینه ها، نتیجه‌گیری و برخورد با عدم قطعیتها؛
- درک تفاوتهای بین افراد و توانایی سازگاری با آنها؛
- مهارت در مدیریت و ساماندهی زمان و فرصتها؛

- توانایی فراگیری دانش.

بررسیهای انجام شده، از جمله در کشور استرالیا، نشان می‌دهد که امروزه، اغلب کارفرمایان متقاضیان استخدام را از نظر دانش حرفه‌ای نمی‌آزمایند، بلکه بیشتر به دنبال آگاهی از مهارتها و طرز تلقی این افرادند[۲۱]، علاوه بر توجه به مهارتها، بسیاری از کارفرمایان مایل به آگاهی از نحوهٔ نگرش متقاضی استخدام به زندگی و همچنین، نحوه سازگاری او با انتظارات شرکت یا مؤسسه خود هستند. مهم ترین نگرشهایی که در این زمینه مورد توجه قرار می گیرند، عبارت اند از:

- اشتیاق به فراگیری مداوم؛
- داشتن شخصیت قوام یافته؛
- اشتیاق به بهبود فرایندها و کارایی شخصی؛
- پذیرش بدون واهمه تغییرات.

این‌گونه انتظارات کارفرمایان از یک دانش آموخته جوان می‌تواند به عنوان دستمایه‌ای برای بهبود امر آموزش توسط استادان و گروههای آموزشی مهندسی کشور به کار گرفته شود.

با توجه به آنچه گفته شد، به نظر می‌رسد که با برنامه‌های جاری آموزش مهندسی کشور، توسعهٔ تواناییهای علمی (دانش افزایی) با مشکل نسبتاً کمتری قابل دستیابی است. آنچه باقی می‌ماند، ارتقای مهارتها و نگرشها؛ یعنی ایجاد ساختاری حرفه‌ای است که کمتر مورد توجه قرار می‌گیرد. به منظور رفع کاستیهای موجود در این زمینه‌ها، علاوه بر توجه به بخشهای سنتی برنامهٔ آموزشی، باید نکات زیر نیز مورد توجه قرار گیرد[۳]:

- آشنا کردن دانشجویان از ابتدای تحصیل با وسایل، تجهیزات و مهارتهای لازم برای دستیابی و بازیابی اطلاعات.
- تأکید بیشتر بر حل مسائل (مشکل گشایی) مهندسی شامل شناسایی مسئله، جستجوی اطلاعات مرتبط و ساماندهی یک راه حل مناسب. در این ارتباط آموزشگران بهتر است به جای آموزش مستقیم، بیشتر نقش یک هدایت کننده را به عهده داشته باشند.
- تأکید بیشتر بر شناسایی مسائل و راه حلها، با به‌کارگیری مثالهایی از صنعت. این روش را می‌توان نه تنها در خصوص فرایند طراحی، بلکه در کلیهٔ زمینه‌ها از جمله مبانی ریاضی، علوم و مهندسی تا موضوعات حرفه‌ای نیز تعمیم داد.
- بازنگری فعالیتهای عملی و کارآموزیها به منظور آشنا کردن بیشتر دانشجویان به نقشی که به‌عنوان یک مهندس خواهند داشت.
- توجه بیشتر به بازدید از فعالیتهای جاری تخصصی و حرفه ای.
- در گیر کردن بیشتر دانشجویان در پروژه های گروهی.

- طرح تمرینهایی که نیاز به تصمیم‌گیری و قضاوت در زمینه‌های اجتماعی، زیست محیطی، تحلیل ریسک و مسائل فنی داشته باشد.
- تأکید خاص بر ارتباطات کتبی و شفاهی (به ویژه گزارشهای فنی) و آموزش آنها به صورت بخشی از یک درس خاص.
- کاربرد مداوم نرم افزارهای واژه پرداز، صفحهٔ گسترده و رسام.

برای دستیابی به اهداف یاد شده، بیش از هر چیز نیاز به اختصاص زمان بیشتر توسط اعضای هیئت علمی است. بدین منظور، باید به جای تأکید بر امتحانات کتبی نهایی، بیشتر بر ارزیابیهای مداوم بین نیمسال توجه شود تا بدین ترتیب علاوه بر دانش افزایی، مهارتهای فردی دانشجویان نیز ارتقا یابد. تکالیف فردی و گروهی، که نیاز به تحقیق، خلاصه کردن و نتیجه‌گیری داشته باشد، فرصت بهتری را در اختیار استادان قرار می‌دهد تا نقاط ضعف دانشجویان را شناسایی و بدانها گوشزد کنند. صرف وقت برای برگزاری بحثهای شفاهی با تک تک دانشجویان نیز می‌تواند کارساز باشد. در برگزاری امتحانات نیز باید تأکید بیشتری بر مهارتها و نگرشهای کسب شده توسط دانشجویان صورت گیرد.

۵. نتایج

در سالهای اخیر، آموزش مهندسی در ایران توسعهٔ کمّی زیادی داشته است. در این سالها اغلب واحدهای آموزش مهندسی کشور، صرفنظر از امکانات و تواناییهایشان، تمایل داشته‌اند که همه یا بیشتر تخصصها یا گرایشهای مصوب را، حتی در سطوح کارشناسی ارشد و دکتری، با تعداد چشمگیری دانشجو، راه اندازی کنند. برنامه‌های جاری آموزشی مهندسی ایران بیشتر بر دانش افزایی تاکید داشته و در زمینهٔ تقویت مهارتها و نگرش دانش‌آموختگان کمتر موفق بوده‌اند. به‌نظر می‌رسد که کشورما، با گذر از دوران توسعهٔ کمّی مراکز آموزش مهندسی، باید از این پس توان خود را بیشتر در بهبود کیفیت آموزش متمرکز سازد. به منظور شناسایی کاستیهای برنامه‌های موجود پیشنهاد می‌شود که نظام مناسبی برای ارزیابی مستقل برنامه‌های آموزش مهندسی، به‌گونه‌ای که در کشورهای پیشرفته رایج است، برقرار شود.

در غیاب یک نظام مستقل ملی ارزیابی آموزش مهندسی، مؤسسات آموزش عالی باید راساً در این زمینه اقدام کنند. ارزیابی داخلی را می‌توان با استفاده از روشها و ملاکهایی که توسط مؤسسات ارزیابی بین‌المللی به‌کار گرفته می‌شود، انجام داد. بدین ترتیب، کاستیهای برنامه‌های آموزشی مشخص می‌شود و با برطرف کردن آنها، امکان ارزیابی بین المللی آنها ایجاد خواهد شد. ارزیابی بین‌المللی برنامه‌های آموزش مهندسی نقش مهمی در بهبود آموزش مهندسی کشور و ارتقای جایگاه جهانی آن خواهد داشت.

مراجع

1. UNESCO, Higher Education in the Twenty-First Century, Vision and Action, World Conference on Higher Education, Paris, 1998.

۲. معماریان، حسین، "آسیب شناسی آموزش مهندسی معدن در ایران"، **فصلنامه علوم زمین**، سال دوازدهم، شماره ۵۳، صص.۳۱ ـ ۱۶، ۱۳۸۳.

۳. معماریان، حسین. "تضمین کیفیت آموزش مهندسی معدن در ایران"، **فصلنامه آموزش مهندسی ایران**، سال پنجم، شماره ۱۹، صص.۴۸ الی ۱۵، ۱۳۸۱.

۴. معماریان، حسین، **حرفهٔ مهندسی**، انتشارات دانشگاه تهران،ص. ۵۳۶ ، ۱۳۸۸.

۵. معماریان، حسین، بررسی آموزش مهندسی معدن و مواد در ایران و جهان، ۵ جلد گزارش تهیه شده برای وزارت صنایع و معادن ایران. ۱۳۷۹.

6. Memarian, H., "Mining Engineering Education in Developing Countries: The Case of Iran", **Canadian Institute of Mining Journal** (CIM Bulletin), Vol. 100, No. 1100, pp. 1-7, March-April 2007.
7. Memarian, H., Mining Engineering Education in Iran and the World. 20th World Mining Congress, Vol. 1, pp. 61-66 (Key-note paper), 7-11 Nov. 2005.
8. UNESCO, "Iran Education System. World Higher Education Database", **Iran National Center on Higher Education**, www.unesco.org/iau/wad.html, 2000.
9. Tadjudin, N. K., "Establishing a Quality Assurance System in Indonesia", **International Higher Education**, No. 21, Altbach, 2001.
10. ABET, Accreditation Board for Engineering and Technology, www.abet.org accessed March 2009.
11. ABET, Criteria for Accrediting Engineering Programs (Effective for Evaluations During the 2008-2009 Accreditation Cycle, 21 pp. www.abet.org, 2009.
12. Canadian Engineering Accreditation Board (CEAB), http://www.engineerscanada.ca/e/pr_accreditation.cfm
13. Mathur, R. M. and R. D. Venter, "Quality Assurance of Engineering Education in Canada: its Suitability for Graduate Working in Global Market", **International Journal of Engineering Education**, Vol. 16, No. 2, pp. 104-108, 2000.
14. Engineers Australia Accreditation Management System (AMS), http://www.engineersaustralia.org.au/education/program-accreditation/
15. IEAus, The Institute of Engineering, Australia. Changing the Culture: Engineering Education into the Future, Review of Engineering Education Taskforce Report, 1996.
16. Lawson, F., "The Education of Professional Specialists for the Mineral Industry in to the Next Century", **The AusIMM Annual Conference, Ballarat**, pp. 315- 319, 1997.
17. The Institution of Engineers, Australia (The IEAust), Exposure Draft Report, Review of the Engineering Education, 1996.
18. European Association for Quality Assurance in Higher Education (ENQA), http://www.enqa.eu/
19. Phillips, H. R., Mining Education in South Africa- Past, Present and Future, CIM Bulletin, Vol. 92, No.1033, pp. 98-102. 1999.

20. Felder R., and Brent R., "Designing and Teaching Courses to Satisfy the ABET Engineering Criteria", **Journal of Engineering Education**, Vol. 92, No. 1, pp. 7-25. 2003.
21. Aspinall T. O. and B. H., Brady, Formulation of Guidelines on Personal Attributes and Professional Competencies for Graduate Mining Engineers, The AusIMM Annual Conference, pp. 309- 314, 1997.
22. Lim, D., "Quality Assurance in Higher Education in Developing Countries", **Assessment and Evaluation in Higher Education**, Vol. 24, No. 4, pp. 379-390, 1999.
23. Morgan, R. P., P. Raid, Proctorand William A. Wolf, The Changing Nature of Engineering. ASEE-Prism, Vol.7, No.9, pp. 7-12, 1998.
24. http://www.engc.org.uk/
25. http://www.engineersireland.ie/
26. http://www.ipenz.org.nz/ipenz/
27. http://www.jabee.org/
28. http://www.abeek.or.kr/eng/
29. http://www.ies.org.sg/
30. http://www.hkie.org.hk/~Eng/html/home/index.asp
31. http://www.ieet.org.tw/
32. http://www.ecsa.co.za/

چند منبع دیگر در بارهٔ ارزیابی آموزش مهندسی به‌زبان فارسی

- بازرگان، عباس، **ارزشیابی آموزشی**، چاپ اول، انتشارت سمت، ۱۳۸۰.
- شاکرین، سعید، "ارزشیابی آموزش مهندسی مکانیک در قرن ۲۱ آمریکا"، **فصلنامه آموزش مهندسی ایران**، سال ششم، شماره ۲۲، صص. ۴۳-۳۱، ۱۳۸۳.
- کاوه، علی، " ارزیابی آموزش مهندسی عمران"، **فصلنامه آموزش مهندسی ایران**، سال اول ، شماره ۱، جلد ۱، صص. ۵۷-۴۷، ۱۳۷۸.
- "مجموعه مقالات "طرح ارزیابی دوره های مهندسی در کشور"، **فصلنامه آموزش مهندسی ایران**، سال سوم، شمارهٔ ۲، تابستان ۱۳۸۰.

(دریافت مقاله:۱۳۸۸/۲/۲۳)

(پذیرش مقاله: ۱۳۸۸/۴/۲۴)

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی