

بازنگری برنامه‌های آموزش مهندسی

حسین معماریان^۱

چکیده: همزمان با پایان یافتن قرن بیستم و آغاز هزاره جدید بسیاری از کشورهای جهان بازنگریهای گسترده‌ای، به‌خصوص در زمینه آموزش عالی و به‌تبع آن آموزش مهندسی، داشته‌اند. در همین زمینه، سازمانهای جهانی و در رأس آن یونسکو، به‌همراه انجمنهای علمی و حرفه‌ای ملی و بین‌المللی، اقدامات گسترده‌ای در زمینه بازنگری وضعیت آموزش عالی و ارائه راهکارهایی برای آینده داشته‌اند. بدین ترتیب بود که آموزش مهندسی برای همگامی با پیشرفت‌های دنیای مدرن و تربیت مهندسانی شایسته متحول شد. این بازنگریها از الگوی کم و بیش یکنواختی پیروی کرده و بر این پایه استوار است که بازنگری باید به‌گونه‌ای انجام شود که تولیدات برنامه حداقل دستاوردهای تعیین شده برای یک دانش‌آموخته مهندسی را کسب کنند. امروزه، بازنگری برنامه‌های آموزش مهندسی به دو صورت متمرکز و نامتمرکز صورت می‌گیرد. بازنگریهای متمرکز به‌صورت مقطعی انجام می‌شود و معمولاً در آن مسائل کلان آموزش مهندسی مورد توجه قرار می‌گیرد؛ این در حالی است که بازنگریهای نامتمرکز که معمولاً مؤسسات آموزشی انجام می‌دهند، فرایندی دائمی و بر ارتقای برنامه از طریق ارزیابی درونی آن متمرکز است. در کشور ایران کلیه فعالیتهای مربوط به برنامه‌ریزی آموزش مهندسی و بازنگری آن در چند دهه گذشته به‌صورت متمرکز صورت می‌گرفته است. با گذشت بیش از یک دهه از آخرین دور بازنگری برنامه‌های آموزش مهندسی کشور، بار دیگر بازنگری این برنامه‌ها در دستور کار قرار گرفته است. در این مقاله ضمن مرور سازکار بازنگری در جهان، الگویی برای ارزیابی برنامه‌های آموزش مهندسی کشور عرضه شده است.

واژه‌های کلیدی: بازنگری برنامه‌های آموزش مهندسی، ارزیابی درونی، ارزشیابی، EC2000، فرایند بولونیا، ابتکار CDIO، ایران.

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

(دریافت مقاله: ۱۳۹۱/۵/۱)

(پذیرش مقاله: ۱۳۹۱/۱۰/۶)

۱. مقدمه

در طی دهه هزاره سوم میلادی بسیاری از کشورهای جهان در زمینه‌های مختلف فعالیتهای آموزشی بازنگری کردند تا هر چه بهتر خود را برای ورود به یک عصر جدید آماده کنند. در همین زمان انجمنها، نهادها و سازمانهای بین‌المللی (همچون یونسکو) نیز پیشنهادهایی را برای بازنگری برنامه‌های آموزشی و به‌کارگیری روشهای نوین تضمین کیفیت عرضه داشتند [۱، ۲]. اصل مورد توافق در تقریباً همه این بررسیها برداشتن تمرکز از ورودیهای آموزش (آنچه دانشگاه عرضه می‌کند) و تمرکز آن بر خروجیها (آنچه دانشجویان کسب کرده‌اند) بوده است. بدین منظور، حداقل دستاوردهای مورد انتظار از یک دانش‌آموخته مهندسی تعیین شده است. توافق در باره دستاوردهای پایه آموزش مهندسی زمینه لازم را برای دستیابی به الگوی یکنواخت بازنگری برنامه‌ها و تضمین کیفیت آنها در سطح بین‌المللی فراهم کرده است.

امروزه، در کشورهای پیشرفته بازنگری برنامه‌های آموزش مهندسی به دو صورت متمرکز و مقطعی و نامتمرکز و دائمی صورت می‌گیرد. در برنامه‌ریزیهای متمرکز اغلب بر تعیین سمت‌گیریهای کلان آموزش مهندسی تأکید می‌شود. در دهه گذشته بازنگریهای متمرکز و مقطعی مهمی در آموزش مهندسی صورت گرفته است. از آن میان، می‌توان بازنگری ملاکهای ارزشیابی برنامه‌های آموزش مهندسی با تأکید بر ارزشیابی دستاورد محور را نام برد که به ارائه سند مهم EC2000 توسط مؤسسه ارزشیابی برنامه‌های آموزش مهندسی آمریکا (ابت) منجر شد [۳]. این نگرش تازه را به سرعت مراکز آموزشی دیگر کشورها نیز به‌کار گرفتند. نمونه دیگر، بازنگری و همگرا کردن فرایند آموزش در کشورهای اروپایی است که به فرایند بولونیا معروف شده است [۴ و ۵]. بازنگری مقطعی مهم دیگر در سالهای ابتدایی قرن حاضر از سوی دانشگاه MIT و گروهی از دانشگاهها انجام شده است. این بازنگری، که به CDIO معروف شده، با هدف تربیت دانش‌آموختگانی متناسب با نیاز امروز و فردای صنعت صورت گرفته است [۶].

در حالی که برنامه‌ریزیها و بازنگریهای متمرکز و مقطعی معطوف به بررسیهای کلان آموزش مهندسی است، برنامه‌ریزیهای نامتمرکز، که معمولاً در خود مؤسسات آموزشی صورت می‌گیرد، فرایندی دائمی است و بازنگری و ارتقای مداوم کیفیت برنامه آموزشی را مد نظر دارد. در کشور ما برنامه‌ریزی و بازنگری برنامه‌های آموزش مهندسی، به ویژه در سالهای بعد از انقلاب، در هر دو سطح کلان و خرد به صورت متمرکز صورت گرفته است و مراکز آموزش مهندسی مجریان برنامه‌های مصوب بوده‌اند. در این مقاله به دنبال تشریح الگوی بازنگری و ارزیابی متمرکز و نامتمرکز برنامه‌های آموزش مهندسی در جهان، نحوه بازنگری برنامه‌های آموزش مهندسی در کشور بررسی و پیشنهادهایی برای همسویی هر چه بیشتر آن با روند غالب در جهان ارائه شده است.

۲. بازنگری در ایران

آموزش مدرن در کشور ایران، نسبت به بسیاری از دیگر کشورهای جهان، سابقه کمی دارد. تا سال ۱۳۹۱ شمسی از عمر قدیمی‌ترین مرکز آموزش مهندسی ایران؛ یعنی دارالفنون ۱۶۴ سال و از عمر قدیمی‌ترین دانشگاه جامع کشور؛ یعنی دانشگاه تهران ۷۸ سال می‌گذرد. در این مدت از دارالفنون جز نامی باقی نمانده و نظام آموزش عالی ایران نیز در طی این سالها فراز و نشیبهای بسیاری را پشت سر گذارده است.

در دهه‌های پیش از انقلاب، که تعداد مراکز و تنوع برنامه‌های آموزش مهندسی کم بود، برنامه‌ریزی و بازنگری برنامه‌های درسی را اغلب گروههای آموزشی دانشگاه تهران انجام می‌دادند و مراکز آموزشی دیگر کم و بیش از آن الگوبرداری می‌کردند. در سال ۱۳۵۹ دانشگاههای کشور به‌دلیل انقلاب فرهنگی تعطیل شدند. این تعطیلی تا سال ۱۳۶۲ ادامه یافت. در این فاصله ستاد و شورای انقلاب فرهنگی تأسیس شد [۷].

بعد از انقلاب فرهنگی، آموزش متمرکز در اولویت قرار گرفت و همراه با آن بازنگری برنامه‌های آموزشی آغاز شد. بدین منظور، گروههایی متشکل از استادان دانشگاه و در مواردی نمایندگانی از صنعت در ستاد انقلاب فرهنگی شکل گرفت و برنامه‌های آموزشی طی جلسات متعدد به صورت کلی بازبینی شدند. اعضای این گروهها اغلب به‌طور ناخواسته مدافع دروس و برنامه‌های آموزشی کشورهایی بودند که در آنها مدارج عالی تحصیل را گذرانده بودند. سرفصلهای دروس انتخابی نیز از یکی از کتابهای عمده بین‌المللی در آن زمینه یا کتاب یکی از اعضای جلسه و در مواردی نیز از سرفصلهای درس یکی از دانشگاههای معتبر خارجی انتخاب می‌شد. این نوع بازنگری گرچه از عناصر قوت چشمگیری، به‌ویژه در انتخاب دروس، برخوردار بود، ولی به‌دلایل زیر اغلب انسجام کافی را نداشت:

- به‌دلیل کم بودن فرصت و انجام نشدن بررسیهای پژوهشی مناسب در خصوص وضعیت و سازکار آموزش برنامه مورد نظر در ایران و جهان، تصمیم‌گیرها اغلب حاصل تجربه‌ها و پیشنهادها صاحب‌نظران حاضر در جلسات بوده است.
- گرچه محتوای درسهای مصوب به‌طور معمول مشابه نمونه‌هایی بودند که در کشورهای پیشرفته عرضه می‌شدند، با این حال اغلب رابطه‌ای منسجم بین درسهای مختلف و با هدفهای آموزشی برنامه وجود نداشته است.
- در برنامه‌های تهیه شده توجه زیادی به دانش افزایی شده و کوشش به‌نسبت کمتری به تقویت مهارتها و نگرشهای دانشجویان مهندسی معطوف شده است.

۴ بازنگری برنامه‌های آموزش مهندسی

• در بازنگریها به‌طور عمده بر برنامه درسی و تهیه سرفصلها تمرکز شده و به وجوه دیگر فرایند آموزش کمتر توجه شده است.

پس از بازگشایی دانشگاهها، در سال ۱۳۶۲، برنامه آموزشی جدید و یکنواختی برای دوره کارشناسی (لیسانس) چهارساله مهندسی رشته‌های مختلف ارائه شد. دروس این برنامه‌ها به چهار بخش عمومی، پایه، اصلی و تخصصی تقسیم می‌شدند. در سال ۱۳۶۵ شورای عالی برنامه‌ریزی در وزارت علوم و آموزش عالی تأسیس و برنامه‌های مصوب قبلی بازنگری شد. برنامه آموزشی مصوب دهه شصت با گذشت زمان تغییر کرد و در کنار آن برنامه‌های آموزشی متنوع و جدیدی در زمینه‌های مختلف مهندسی طراحی و اجرا شد [۷].

در سال ۱۳۷۹ وزارت علوم و آموزش عالی به وزارت علوم، تحقیقات و فناوری تغییر نام داد. یکی از اهداف اعلام شده این وزارتخانه جدید تفویض بخشی از اختیارات آموزشی به دانشگاهها بود. در واقع، این وزارتخانه جدید به دنبال آن بوده است تا نوعی خودگردانی آموزشی را، که در بسیاری از کشورهای جهان رایج است، بپذیرد. عدم تمرکز در آموزش عالی با مخالفتی نیز روبه‌رو بوده است. به عقیده این گروه تفویض اختیار برنامه‌ریزی و ارتقای برنامه‌های آموزشی به مراکز آموزشی گرچه روشی پسندیده و رایج در سطح جهان است، ولی ممکن است مشکلاتی را نیز به همراه داشته باشد. برای مثال، بازنگریهای نامتمرکز در صورتی که از الگوی واحدی تبعیت نکنند، ممکن است به تدریج باعث کاهش هم‌ارزی یک برنامه آموزشی در دانشگاههای مختلف بشود. مشکل دیگر احتمال بازنگریهای ناپخته‌ای است که ممکن است از سوی مراکز آموزشی نوپا و با تجربه آموزشی محدود انجام شود.

در یکی دو سال اخیر بازنگری برنامه‌های آموزش مهندسی کشور بار دیگر در دستور کار قرار گرفت و نتایج بررسیهای صورت‌گرفته به دانشگاهها ابلاغ شد. بازنگریهای صورت‌گرفته در مواردی با مخالفتی از سوی اعضای هیئت علمی روبه‌رو شد، تا حدی که گروه مهندسی فرهنگستان علوم کمیته‌ای را مأمور کرد تا بیانیه‌ای در خصوص بازنگری برنامه‌های آموزش مهندسی تهیه کنند [۸].

در روز ششم تیر ماه ۱۳۹۱ نیز همایش ملی تحول و بازنگری در آموزش فنی و مهندسی، که از طرف گروه فنی و مهندسی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری ترتیب داده شده بود، در دانشگاه صنعتی امیرکبیر برگزار شد. در این گردهمایی چند صد نفر از اعضای هیئت علمی رشته‌های مختلف مهندسی از سرتاسر کشور و نمایندگان از صنعت شرکت داشتند و در باره وجوه مختلف بازنگری برنامه‌های آموزش کارشناسی و کارشناسی ارشد مهندسی گفت‌وگو شد. محورهای در نظر گرفته شده برای بحث در این همایش عبارت بودند از: بررسی کمی و کیفی برنامه‌های تحصیلات تکمیلی، استخراج شاخصهای مناسب برای تدوین الگوی بازنگری، افزایش وزن تحقیقات در آموزشهای مهندسی، ایجاد انعطاف در برنامه‌های تحصیلات تکمیلی، بازنگری و به‌روز رسانی برنامه‌های آموزشی و پژوهشی برای رفع نیازهای صنعت.

۳. بازنگری در جهان

امروزه، در جهان بازنگری برنامه‌های آموزش مهندسی به دو صورت متمرکز و نامتمرکز انجام می‌شود: در برنامه‌ریزیهای متمرکز اغلب بر تعیین سمت‌گیریهایی کلان آموزش مهندسی تأکید می‌شود. این بازنگریها معمولاً با هدفی خاص، از سوی گروهی مشخص و در مدت زمانی محدود انجام و به ارائه یک گزارش نهایی منجر می‌شود. بازنگریهای متمرکز مهمی در طلیعه قرن حاضر در کشورهای مختلف جهان صورت گرفته است. در ادامه به‌طور خلاصه هدف، روش و نتیجه این بازنگریها و برخی کوششهای دیگر در این زمینه ارائه شده است.

۳.۱. ملاکهای مهندسی ۲۰۰۰ (EC2000)

آموزشهای دانشگاهی در کشورهای پیشرفته حالتی پویا دارند و با توجه به تغییر در نیازهای جامعه و صنعت به دانش‌آموختگان مهندسی، مورد بازنگری قرار می‌گیرند. بازنگری برنامه‌های آموزش مهندسی در کشورهای غربی را خود مؤسسات آموزشی و ارزیابی نتایج آن را عمدتاً انجمنهای حرفه‌ای انجام می‌دهند. برای مثال، در کشور آمریکا سازمان یا وزارتخانه‌ای دولتی که برنامه‌های آموزشی را بازنگری و آنها را ارزیابی و تأیید کند وجود ندارد و این امر را بخش خصوصی انجام می‌دهد. مرکز اصلی ارزیابی آموزش مهندسی در آمریکا شورای ارزیابی مهندسی و فناوری (ابت)^۱ است که اتحادیه‌ای متشکل از ۳۱ انجمن حرفه‌ای مهندسی و فناوری است [۳].

برای چند دهه تأکید ابت و دیگر مراکز ارزشیابی در جهان بر امکانات و تواناییهای برنامه آموزشی، مثل محتوای برنامه درسی و ترکیب و کیفیت اعضای هیئت علمی، بود. از ابتدای دهه ۹۰ میلادی انتقادات زیادی به این نگرش وارد شد، تا حدی که برخی آن را مانعی در برابر بروز خلاقیت و نوآوری در آموزش دانستند. به دنبال بحثهای مفصل، و پس از حدود یک دهه بررسی، ابت در سال ۱۹۹۷ ملاکهای جدیدی را برای بازنگری و ارزشیابی آموزش مهندسی عرضه کرد. این ملاکها تمرکز را از ورودیهای آموزش (چه و چگونه آموزش داده می‌شود) به خروجیها و دستاوردها (دانشجویان چه فرا گرفته‌اند) معطوف کرد. هدف نگرش جدید ایجاد محیطی برای بروز خلاقیتها و بهبود مداوم برنامه، به‌جای مجبور کردن برنامه‌ها به پیروی از یک استاندارد خاص، بوده است. امروزه، ابت به‌جای درجه‌بندی مراکز آموزشی، برنامه‌های آموزشی آنها را بررسی و مشخص می‌کند که آیا دانش‌آموختگان آنها حداقل مهارتها و دانشهای مورد نیاز را کسب کرده‌اند؟ آیا موسسه آموزشی مورد بررسی برنامه‌ای قابل قبول برای بهبود کیفیت و پیشبرد دایم خود دارد [۳]؟

1. Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET)

۶ بازنگری برنامه‌های آموزش مهندسی

ملاکهای تازه، که به ملاکهای مهندسی ۲۰۰۰ یا EC2000^۱ معروف شده است، به سرعت از سوی بسیاری از کشورهای دیگر نیز به کار گرفته شد. در نگرش جدید هشت ملاک عمومی و یک ملاک اختصاصی برای بازنگری و ارزشیابی یک برنامه آموزش مهندسی در نظر گرفته شده است. هشت ملاک عمومی عبارت‌اند از: ۱. دانشجویان؛ ۲. هدفها؛ ۳. دستاوردها؛ ۴. ارتقای مداوم کیفیت؛ ۵. برنامه درسی؛ ۶. آموزشگران؛ ۷. امکانات؛ ۸. پشتیبانیها[۳]. از این میان، مهم‌ترین ملاک؛ یعنی ملاک سوم به دستاوردهای برنامه یا شایستگیهای دانش‌آموختگان آن اختصاص یافته است. بدین منظور، یازده دستاورد پایه زیر در نظر گرفته شده است:

- دانش مهندسی: توانایی به‌کارگیری دانشهای ریاضی، علوم و مهندسی؛
- بررسیهای مهندسی: توانایی طراحی و اجرای آزمایشها و همچنین، تحلیل و تفسیر داده‌ها؛
- طراحی مهندسی: توانایی طراحی یک سیستم، وسیله یا فرایند برای رفع نیازها با در نظر گرفتن واقع‌بینانه محدودیتهای اقتصادی، اجتماعی، سیاسی، اخلاقی، تندرستی و ایمنی؛
- کارگروهی: توانایی کار کردن در گروههای دارای عملکردهای چندگانه؛
- تحلیل مهندس: توانایی شناسایی، ساماندهی و حل مسائل مهندسی؛
- مسئولیتهای حرفه‌ای: توانایی درک مسئولیتهای حرفه‌ای و اخلاقی؛
- ارتباطات مهندسی: توانایی برقراری ارتباط مؤثر؛
- مهندسی و جامعه: کسب آموزشهای لازم برای درک تأثیر راه‌حلهای مهندسی در قالب جهانی، اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی؛
- یادگیری مداوم: درک ضرورت کسب مداوم آموزش در طول کار حرفه‌ای؛
- آگاهی از مسائل معاصر؛
- کار با ابزارهای مدرن: توانایی استفاده از فناوریها، مهارتها و ابزارهای مدرن و ضروری برای فعالیتهای مهندسی.

دانشگاهها، با توجه به این ملاکها و دستاوردها و موارد احتمالی دیگری که با توجه به شرایط خود به آن می‌افزایند، در برنامه‌های آموزشی خود بازنگری و برای اطمینان از کسب حداقل شرایط آن را برای ارزیابی به ایت عرضه می‌کنند. خلاصه اینکه در آمریکای شمالی و گروه کثیری از کشورها، که از الگوی ملاکهای مهندسی ۲۰۰۰ پیروی می‌کنند، بازنگری برنامه در قالب ملاکهای در نظر گرفته شده و برای دستیابی به دستاوردهای مشخص شده و اطمینان از ارتقای مداوم کیفیت برنامه صورت می‌گیرد.

۲.۳. فرایند بولونیا

ساختار آموزش عالی در کشورهای مختلف اروپایی از گذشته‌های دور از تنوع زیادی برخوردار بوده است. گوناگونی طول دوره‌ها، حجم واحدهای درسی، نحوه ارزشگذاری و نمره دادن به فعالیت‌های دانشجویان و بسیاری موارد دیگر، موانعی بزرگ در راه همگرایی بین مؤسسات آموزش عالی این کشورها و افزایش تحرک دانشجویان و استادان در بین آنها بوده است. به دنبال تشکیل اتحادیه اروپا و آغاز همکاری‌های سیاسی و اقتصادی بین این کشورها، انجام شدن اصلاحات در آموزش عالی این کشورها، به منظور همگرایی بیشتر و رقابتی‌تر کردن آموزش‌های عرضه شده در دستور کار قرار گرفت. در سال ۱۹۹۹ وزیر آموزش ۲۹ کشور اروپایی در شهر ایتالیایی بولونیا با هم ملاقات کردند. هدف از این گردهمایی ایجاد اصلاحات و هماهنگی در آموزش عالی اروپا، با ایجاد حوزه آموزش عالی اروپایی^۱ بر مبنای استقلال و خودمختاری آکادمیک بود. از اهداف مهم آنچه بعدها به نام فرایند بولونیا^۲ معروف شد، ایجاد نظامی شفاف و هماهنگ بود، که در آن آموزش عالی کشورهای مختلف اروپایی از یک ساختار سه سطحی یا سه چرخه‌ای یکنواخت کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری برخوردار باشند. هدف فرایند بولونیا کسب اطمینان از این امر است که آموزش عالی و پژوهش در اروپا بتواند به طور کامل پاسخگوی تغییرات اجتماعی و پیشرفتهای علمی دنیای امروز باشد. فرایند بولونیا با ۲۹ عضو آغاز به کار کرد و دیگر کشورهای اروپایی به تدریج به آن ملحق شدند. تعداد اعضای این فرایند در سال ۲۰۱۰ میلادی ۴۷ کشور بوده است [۴]. امضا کنندگان این پیمان، برای همگرایی بیشتر و رقابتی‌کردن آموزش عالی در اروپا، اقدامات زیر را ضروری تشخیص دادند:

- اصلاح نظام نمره‌دهی: کشورهای مختلف اروپایی از نظام‌های نمره‌دهی متفاوتی برخوردار بودند که مقایسه نمرات دانشگاهی را با مشکل روبه‌رو می‌ساخت. بدین منظور، تصمیم گرفته شد تا در کلیه کشورهای اروپایی، برای ایجاد شفافیت در ارائه یکنواخت نمرات و ساده‌تر کردن شناسایی متقابل شایستگی‌های دانشگاهی و حرفه‌ای، علاوه بر دانشنامه ملی یک دانشنامه استاندارد دوم نیز به دانش آموختگان داده شود؛
- تنوع مدارک: برای رفع مشکل تنوع مدارک دانشگاهی نیز نظام هماهنگ ارائه مدارک برقرار شد. این نظام متشکل از سه چرخه^۳ است. در اینجا، چرخه برای یک ارائه برنامه آموزشی منتهی به مدرک به کار گرفته شده است. استفاده از واژه چرخه برای جلوگیری از تفسیرهای نادرست ناشی از کاربرد متنوع واژه‌هایی مثل لیسانس و فوق لیسانس در کشورهای مختلف

1. European Higher Education Area (EHEA)
2. Bologna Process
3. Cycle

اروپایی بوده است. چرخه اول (دوره کارشناسی) حداقل ۳ سال به درازا می‌کشد. ورود به چرخه دوم (دوره کارشناسی ارشد) مستلزم تکمیل چرخه اول است. کارشناسی ارشد می‌تواند به چرخه سوم (دوره دکتری) منتهی شود؛

- انتقال واحدها: برای رفع مشکلات ناشی از ناهماهنگی انتقال واحدهای درسی، انتقال واحدهای دانشگاهی یا ایجاد نظام انتقال و انباشت واحد اروپا (ECTS)^۱ برقرار شد. این روش به منظور هماهنگی نظام‌های آموزشی و تسهیل تحرک دانشجویان و دسترسی آنها به فرصتهای تحصیلی و کارآموزیها، با انتقال واحدها، ارائه شده است. این روش در واقع، استاندارد برای مقایسه آموزشهای کسب شده و عملکرد دانشجویان آموزش عالی در سرتاسر اروپاست؛

- ایجاد تحرک: دسترسی آسان دانشجویان به تحصیل و کارآموزی در نقاط مختلف اروپا و شناسایی دستاوردهای آنها توسط استادان، پژوهشگران و مدیران دانشگاه، با در نظر گرفتن تمهیداتی تشویق و تسهیل شد؛

- اطمینان از کیفیت: توسعه ملاکها و روشهای قابل مقایسه برای اطمینان از کیفیت مشابه در تمام نظام تحصیلی اروپا و کوشش به منظور گسترش این ملاکها و روشها به دیگر کشورها مسئله مهم دیگری بود که مورد توجه قرار گرفت؛

- بعد اروپایی: در خصوص حرکت به سمت یک بعد اروپایی آموزش عالی، امضا کنندگان پیمان مصمم شدند تا در نظامهای آموزش عالی خود، با هماهنگی در برنامه‌های تحصیلی، آموزشها و پژوهشها، همگرایی ایجاد کنند [۱ و ۵].

برای توسعه چارچوب مشترک ارزشیابی برنامه‌های منتهی به مدرک مهندسی در حوزه آموزش عالی اروپا^۲، سازکار ارزشیابی برنامه‌های مهندسی اروپا^۳ تهیه شد. در این نظام، ارزشیابی مستلزم ارزیابی ادواری برنامه آموزش مهندسی برحسب استانداردهای تأیید شده است. استانداردها در باره چارچوب دستاوردهای برنامه‌ها؛ یعنی تواناییها و شایستگیهای مورد نیاز دانشجویان توضیح می‌دهد، ولی نحوه رسیدن به آن را بیان نمی‌کند. مؤسسات آموزش عالی می‌توانند آزادانه برنامه‌های خود را بازنگری کنند، آن را سامان دهند و خلاقیتهایی را در آن به کار بندند یا شرایط خاصی را برای ورود به آن اعلام کنند، فقط به این شرط که دستاوردهای مورد نظر را اقماع کنند [۴].

1. European Credit Transfer and Accumulation (ECTS)
2. European Higher Education Area (EHEA)
3. European Accreditation Engineering (EUR-ACE)

در اروپا نیز، همانند دیگر نقاط جهان، بازنگری و ارزشیابی برنامه‌های آموزشی با توجه به دستاوردهای کسب شده توسط دانشجویان صورت می‌گیرد. شش دستاورد در نظر گرفته شده برای ارزشیابی برنامه‌های آموزش مهندسی عبارت‌اند از [۴ و ۵]:

- دانش و فهم: داشتن زیر بنایی از دانش و فهم از علوم، ریاضیات و مبانی مهندسی برای اقتناع دیگر دستاوردهای برنامه ضروری است؛
 - تحلیل مهندسی: دانش‌آموختگان باید بتوانند مسائل مهندسی متناسب با سطح دانش و فهم خود را حل کنند؛
 - طراحی مهندسی: دانش‌آموختگان باید بتوانند طراحیهای مهندسی متناسب با سطح دانش و فهم خود را در کار مشترک با مهندسان و غیر مهندسان انجام دهند؛
 - پژوهشها: دانش‌آموختگان باید بتوانند در باره مسائل فنی متناسب با سطح دانش و آگاهی‌شان از روشهای مناسب برای پژوهش یا بررسیهای دقیق دیگر استفاده کنند. بررسیها ممکن است شامل جست‌وجوی منابع، طراحی و اجرای آزمایشها، تفسیر داده‌ها و شبیه‌سازیهای کامپیوتری باشد؛
 - تجربه مهندسی: دانش‌آموختگان باید بتوانند دانش و فهم خود را به منظور توسعه مهارتهای عملی برای حل مسائل، انجام دادن بررسیها و طراحی فرایندها و ابزارهای مهندسی به کار گیرند.
 - مهارتهای قابل انتقال: مهارتهای لازم برای کار مهندسی، به ویژه آنهایی که کاربرد بیشتری دارند، باید در طول برنامه توسعه داده شوند.
- بازنگری هر برنامه آموزش مهندسی در اروپا با ارزیابی درونی (خود ارزیابی) آن از سوی مؤسسه آموزشی آغاز می‌شود. گزارش ارزیابی درونی هر برنامه باید علاوه بر اقتناع قوانین و شرایط ملی، پنج ملاک اروپایی در نظر گرفته شده در باره نیازها، هدفها و دستاوردها؛ فرایند آموزش، منابع و مشارکتها، ارزشیابی آموزش و نظام مدیریت را اقتناع کند. یک گزارش بازنگری و ارزیابی درونی برنامه باید بتواند به سؤالی زیر در باره پنج ملاک در نظر گرفته شده پاسخ دهد [۴ و ۵]:

نیازها، هدفها و دستاوردها

- نیازهای طرفهای ذی‌نفع: آیا نیازهای طرفهای ذی‌نفع (مثل دانشجویان، صنعت، سازمانهای مهندسی و غیره) تعیین شده است؟
- هدفهای آموزشی: آیا هدفهای آموزشی برنامه با مأموریت مؤسسه آموزشی و نیازهای طرفهای ذی‌نفع برنامه هم جهت است؟

- دستاوردهای برنامه: آیا دستاوردهای در نظر گرفته شده برای برنامه، دستاوردهای در نظر گرفته شده برای ارزشیابی را پوشش می‌دهد؟

فرایند آموزش

- برنامه‌ریزی: آیا برنامه درسی دستیابی به دستاوردهای برنامه را تضمین می‌کند؟
- ارائه مواد آموزشی: آیا تدریس برطبق برنامه‌ریزی انجام شده است؟ آیا میزان مشاوره ارائه شده به دانشجویان برای دستیابی به دستاوردهای یادگیری در آنها مناسب است؟
- ارزیابی یادگیری: آیا امتحانات، پروژه‌ها و دیگر روشهای ارزیابی به گونه‌ای طراحی شده‌اند که به وسیله آنها بتوان در باره میزان دستیابی دانشجویان به دستاوردهای یادگیری یک درس و برنامه، در خلال و در پایان برنامه، قضاوت کرد؟

منابع و همکاریها

- کارکنان علمی و اداری: آیا تعداد اعضای هیئت علمی برای رسیدن به دستاوردهای برنامه کافی است؟ آیا تعداد کارکنان فنی و اداری برای دستیابی به دستاوردهای برنامه مناسب است؟
- امکانات: آیا تعداد کلاسها برای دستیابی به دستاوردهای برنامه کافی است؟ آیا امکانات محاسباتی و کامپیوتری برای دستیابی به دستاوردهای برنامه کافی است؟ آیا تعداد آزمایشگاهها و کارگاهها و تجهیزات مرتبط با آنها برای دستیابی به دستاوردهای برنامه کافی است؟ آیا تعداد کتابخانه‌ها و منابع مرتبط با آنها برای دستیابی به دستاوردهای برنامه کافی است؟
- منابع مالی: آیا منابع مالی برای دستیابی به دستاوردهای برنامه کافی است؟
- همکاریها: آیا همکاریهایی که دانشگاه و برنامه در آنها مشارکت دارند به دستیابی دستاوردهای برنامه و تسهیل تحرک دانشجویان کمک می‌کند؟

ارزیابی فرایند آموزش

- دانشجویان: آیا دانشجویانی که در برنامه نام‌نویسی کرده‌اند از دانش و نگرش مناسب برای دستیابی به دستاوردهای برنامه در زمان مورد نظر برخوردارند؟ آیا نتایج مربوط به دوره تحصیلی دانشجویان دستیابی به دستاوردهای برنامه در زمان مقرر را تضمین می‌کند؟

- دانش‌آموختگان: آیا دانش‌آموختگان به حرفه‌هایی مرتبط با شایستگی‌هایشان مشغول شده‌اند؟ آیا طرفه‌های ذی‌نفع (دانش‌آموختگان، کارفرمایان و غیره) دستیابی به دستاوردهای برنامه را تأیید می‌کنند؟

نظام مدیریت

- فرایندهای سازمانی و تصمیم‌گیری: آیا سازمان و فرایند تصمیم‌گیری مؤسسه آموزشی و برنامه، برای دستیابی به دستاوردهای برنامه مناسب است؟
- نظام تضمین کیفیت: آیا نظام تضمین کیفیت دانشگاه و برنامه به اندازه کافی برای اطمینان از دستیابی به دستاوردهای برنامه مؤثر است؟ آیا فرایند ارائه برنامه و نتایج کسب شده از دانشجویان و دانش‌آموختگان تحلیل و برای بهبود برنامه به کار گرفته شده است؟ آیا نیازها، هدفها و دستاوردها، فرایندهای آموزش و منابع و همکاریها و نظام مدیریت به‌طور منظم و ادواری بازبینی شده است؟

خلاصه اینکه در کشورهای اروپایی بازنگری برنامه‌ها با توجه به ملاکهای در نظر گرفته شده و برای دستیابی به حداقل دستاوردهای یک دانش‌آموخته مهندسی صورت می‌گیرد.

۲.۳. ابتکار CDIO

برنامه‌های آموزش مهندسی در بیشتر طول قرن بیستم میلادی تجربه‌ها و مهارتهای عملی زیادی را به دانشجویان عرضه می‌کردند. ولی با گذشت زمان و گسترش سریع دانش فنی، آموزش مهندسی به سمت علوم مهندسی گرایش پیدا کرد. در نتیجه این گرایش به مبانی علمی، تأکید بر فعالیت‌های تجربی مهندسی کم و کمتر شد. در یکی دو دهه گذشته، صنعت متوجه شد که دانش‌آموختگان مهندسی، با وجود آنکه از نظر علمی و فنی شایسته‌اند، ولی بسیاری از تواناییهای مورد نیاز برای کار در دنیای واقعی مهندسی را ندارند. برای رفع این مشکل، برخی از مؤسسات بزرگ مهندسی فهرست تواناییهای مورد نیاز مهندسان را انتشار دادند [۱]. هدف از این امر ترغیب مراکز آموزش مهندسی به بازنگری استراتژیهای آموزشی با توجه به نیازهای دنیای واقعی حرفه مهندسی بوده است. به‌طور همزمان نهادهای دیگری همچون شورای ارزشیابی آموزش مهندسی و فناوری (ابت) فهرست انتظارات از دانش‌آموختگان مهندسی را تدوین کردند [۳]. بدین ترتیب، شایستگیهای دانش‌آموختگان برای کار مؤثر در صنعت مشخص شد. پس از آنکه هدف و مقصد آموزش مهندسی نوین تعیین شد، وظیفه آموزشگران مهندسی بود که مسیر رسیدن به این هدف را تعیین کنند. با توجه به فاصله ایجاد شده بین تواناییهای علمی و عملی دانش‌آموختگان، مراکز آموزشی مهندسی به بازنگری برنامه‌های خود

پرداختند. در همین خصوص، گروهی از دانشگاهها، به‌محوریت دانشگاه ام‌آی‌تی آمریکا، طرحی ابتکاری را برای اصلاحات در آموزش مهندسی آغاز کردند [۶].

برای هر نوع آموزش، قبل از هر چیز، باید قالبی در نظر گرفت. قالب آموزش مهندسی عبارت از چارچوبی است که در آن دانش فنی و دیگر مهارتها تدریس، تمرین و یاد گرفته می‌شوند. از دیر باز نظر مسلط این بوده است که قالب آموزش مهندسی باید بر مبنای قالب کار حرفه مهندسی تعریف شود. در چند دهه اخیر، آموزش مهندسی را بیشتر عالمان مهندسی، که بیشتر آنها سابقه کار عملی مهندسی نداشتند، برعهده داشتند. آموزشی که این گروه با آن آشنا هستند، بیشتر قالب پژوهش مهندسی دارد. از این رو، آنها در قالب و چارچوبی که بیشتر با آن آشنا هستند فکر می‌کنند، کار می‌کنند و تدریس می‌کنند. پژوهش مهندسی در جای خود امر با ارزشی است، ولی در این سالها به‌طور تلویحی به‌صورت قالب آموزش مهندسی در آمده است و دانشجویان به‌گونه‌ای آموزش داده می‌شوند که یک پژوهشگر مهندسی بشوند و نه یک مهندس حرفه‌ای. با توجه به این نکته مهم است که نگرش جدیدی در آموزش مهندسی مطرح شده و به سرعت مورد توجه قرار گرفته است.

بررسیهای صورت گرفته نشان داده است که ساخت و ارتقای کیفیت محصولات، فرایندها و سیستمها قالب مناسبی برای آموزش مهندسی است. مهندسان برای توسعه محصولات، فرایندها و سیستمها از یک مدل چهار مرحله‌ای متشکل از شناسایی، طراحی، ساخت و بهره‌برداری^۱ استفاده می‌کنند [۶]. در مرحله شناسایی مواردی چون نیازهای مصرف‌کننده، نوع فناوری، استراتژی و رویه‌های اقتصادی تعیین می‌شود. مرحله طراحی بر خلق و ابداع طراحی متمرکز است. مرحله ساخت به تبدیل طرح به محصول مربوط می‌شود و بالاخره، مرحله بهره‌برداری بر کسب ارزش مورد نظر توسط محصول ساخته شده تمرکز دارد. از مهم‌ترین وجوه این برنامه تأکید بر فعالیتهای عملی و هدایت آموزشهای دانشگاهی به سمت نیازهای صنعت و بازار کار است. CDIO چارچوبی ابتکاری برای تربیت نسل آینده مهندسان است و آموزشی را به دانشجویان عرضه می‌کند که بر شناسایی، طراحی، ساخت و بهره‌برداری محصولات و سیستمها در دنیای واقعی تمرکز دارد [۶ و ۹].

این برنامه ابتکاری که در سال ۲۰۰۴ برای راهنمایی مسئولان برنامه‌های آموزشی، و به‌منظور قضاوت در باره برنامه‌ها و مبنایی برای پیشرفت آنها در مقیاس جهانی عرضه شد، متشکل از ۱۲ استاندارد است [۹]. این استانداردها پیشنهادها این نگرش جدید را در شش زمینه مختلف؛ یعنی قالب برنامه آموزشی، برنامه درسی، کار تجربی و عملی دانشجویان، نحوه تدریس و یادگیری، شایستگی استادان و بالاخره، نحوه ارزیابی برنامه آموزشی تشریح می‌کند. در این برنامه ابتکاری

سرفصلهایی نیز برای دوره کارشناسی مهندسی پیشنهاد شده است. در سرفصلهای پیشنهادی بر چهار زمینه مختلف تأکید شده است:

- دانش و استدلال فنی؛
 - مهارتها و شایستگیهای فردی و حرفه‌ای؛
 - مهارتهای جمعی از جمله مهارت در کارگروهی و ارتباطات؛
 - دانش رشته تحصیلی (شناسایی، طراحی، ساخت و بهره‌برداری از سیستم‌ها).
- این نگرش تازه به آموزش مهندسی را دیگر دانشگاهها، در سرتاسر جهان، مورد توجه قرار دادند [۵]. مراکز آموزشی که به این نگاه تازه می‌پیوندند، با استفاده از استانداردها، سرفصلها و دستورالعمل‌های تدوین شده در برنامه‌های آموزشی مهندسی خود، در جهت رسیدن به دستاوردهای مورد نظر، بازنگری می‌کنند. این ابتکار دانشگاهها را قادر می‌سازد تا برنامه‌های آموزشی خود را بر حسب اهداف آن ارزیابی کنند. این استانداردها می‌توانند به‌عنوان راهنمایی برای بازنگری و اصلاحات آموزشی برنامه‌ها به‌کار گرفته شوند. استانداردها همچنین، معیار و اهدافی را برای ارزیابی درونی برنامه‌ها ارائه می‌کنند.

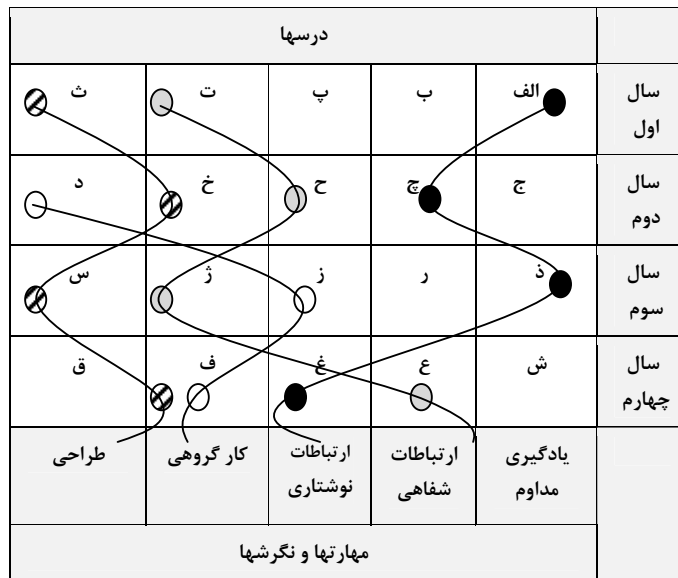
۳.۳. بازنگریهای متمرکز دیگر

در طی سالهای پایانی قرن گذشته بازنگریهای متمرکز متعدد دیگری را نیز نهادهای علمی، مؤسسات و انجمنهای حرفه‌ای ملی و بین‌المللی انجام داده‌اند که از جمله آنها می‌توان به بررسیهای صورت گرفته و گزارشهای منتشر شده آکادمی مهندسی آمریکا، از جمله مهندس سال ۲۰۲۰ و چشم انداز مهندسی در قرن جدید، اشاره کرد [۱۰ و ۱۱]. از میان پژوهشهای صورت گرفته انجمنهای حرفه‌ای نیز می‌توان به کتاب پژوهش و توسعه در برنامه درسی و تدریس آموزش مهندسی اشاره کرد که در سال ۲۰۰۵ انستیتوی مهندسان الکترونیک آمریکا (IEEE) آن را به چاپ رسانده است [۱۲].

۴. بازنگریهای نامتمرکز

بازنگریهای نامتمرکز و دایمی را معمولاً خود مؤسسات آموزشی انجام می‌دهند. این نوع بازنگری فرایندی بی‌انتهاست و با در نظر گرفتن ملاکهای از پیش تعیین شده صورت می‌گیرد. امروزه، ملاکهای بازنگری برنامه‌های آموزش مهندسی در سطح جهان کم و بیش یکنواخت شده است. از میان این ملاکها دستاوردها؛ یعنی آنچه دانشجویان در پایان برنامه می‌دانند یا قادر به انجام دادن آن هستند، اهمیت ویژه‌ای دارد [۱۳]. دستاوردهای یادگیری سه دسته توانایی دانشی، توانشی (مهارتی) و نگرشی را در دانش آموختگان توسعه می‌دهند [۷].

بررسیها نشان می‌دهد که در برنامه‌های آموزش مهندسی ایران دستاوردهای دانشی به‌خوبی پوشش داده می‌شوند [۱۴]. این در حالی است که دستاوردهای مهارتی و نگرشی کمتر مورد توجه قرار می‌گیرد. یک دستاورد دانشی خاص را می‌توان حتی با آموزش یک درس به دانشجویان منتقل کرد، این در حالی است که توسعه هر یک از تواناییهای مهارتی و نگرشی در دانشجویان اغلب در یک درس خاص امکانپذیر نیست. این مشکل با به‌کارگیری برنامه‌ریزی یکپارچه برطرف می‌شود [۷]. برنامه‌ریزی یکپارچه نگاهی آموزشی است که یادگیری دانش رشته تحصیلی و مهارتهای مهندسی را به‌طور همزمان توسعه می‌دهد. برنامه‌ریزی یکپارچه به‌گونه‌ای صورت می‌گیرد که دستاوردهای مهارتی و نگرشی مورد نظر به‌تدریج و در طول چهار سال آموزش برنامه اقماع شود. همچنان‌که در شکل ۱ دیده می‌شود، مهارتهای ارتباطی نوشتاری به‌تدریج با آموزش درس الف در سال اول، درس چ در سال دوم، درس ذ در سال سوم و درس غ در سال چهارم در دستاورد دانشی توسعه داده می‌شود. به همین ترتیب، مهارتها و نگرشهای دیگری چون ارتباطات شفاهی، کار گروهی، طراحی و یادگیری مداوم نیز افزایش می‌یابد (شکل ۱).



شکل ۱: توسعه مهارتها و نگرشهای مورد نیاز توسط برنامه ریزی یکپارچه

بازنگریهای دایمی با هدف شناسایی کاستیهای برنامه، برطرف کردن آنها و در نتیجه، ارتقای برنامه صورت می‌گیرد. یکی از روشهای رایج برای آگاهی از کاستیهای برنامه تهیه ماتریس اقتناع دستاوردهاست [۷ و ۱۵] (جدول ۱).

جدول ۱: ماتریس اقتناع دستاوردهای برنامه

دستاوردها	درسها					
	۱	۲	۳	۴	۵	۶ ...
دانش مهندسی	ز	ز	م	ک		ز
بررسیهای مهندسی	ک		گ		م	ز
طراحی مهندسی ←					ک	
کارگروهی ←		ک				
تحلیل مهندسی	م	ز			م	
مسئولیتهای حرفه ای ←						
ارتباطات مهندسی ←				ک		
مهندسی و جامعه			م			ز
یادگیری مداوم ←						
آگاهی از مسایل معاصر	ک	ز		م		م
کار با ابزارهای مدرن	ز		ز		م	ک

ک=کم، م=متوسط، ز=زیاد

سطرهای این جدول فهرست دستاوردها و ستونهای آن درسهای برنامه (۱، ۲، ۳، ...) است. با قرار دادن یک حرف در داخل هر یک از خانههای این جدول (برای مثال، "ز" زیاد، "م" متوسط و "ک" کم) می‌توان میزان ارتباط هر درس با هر یک از دستاوردها را نشان داد. با این جدول می‌توان فهمید که تا چه حد دستاوردهای برنامه با آموزش درسهای مختلف پوشش داده شده است. بدین ترتیب، دستاوردهایی که کمتر در برنامه مورد توجه قرار گرفته و احتمال حصول آنها توسط دانشجویان کمتر است، مشخص می‌شوند. برای مثال، در برنامه مندرج در جدول ۲ دستاوردهای مربوط به طراحی، کارگروهی و ارتباطات مهندسی فقط با آموزش یک درس و آنهم در سطحی محدود (کم) پوشش داده شده است. این در حالی است که دستاوردهایی چون مسئولیتهای حرفه‌ای و یادگیری مداوم با هیچ درسی پوشش داده نشده‌اند. نتیجه اینکه این دستاوردها قابل حصول نیست، چون آموزشی برای دستیابی به آنها در نظر گرفته نشده است.

۱۶. بازنگری برنامه‌های آموزش مهندسی

با تکمیل ماتریس افق دستاوردها، کاستیهای برنامه مشخص و تمرکز بازنگری بر مرتفع کردن آنها متمرکز می‌شود. ماتریس افق دستاوردها یکی از فعالیتهای مهمی است که در خلال ارزیابی درونی برنامه انجام می‌شود. بازنگریهای متکی به ارزیابی درونی کاستیهای برنامه را مشخص و با مرتفع کردن آنها برنامه آموزشی آماده ارزیابی برونی از سوی مؤسسات مستقل ارزشیابی می‌شود. در صورت موفقیت برنامه در ارزیابی برونی و کسب گواهینامه ارزشیابی، بازنگری به پایان نرسیده است و فرایند دائمی ارتقای کیفیت برنامه آغاز می‌شود. برنامه‌های متقاضی ارزشیابی مجدد باید بتوانند ارتقای کیفیت برنامه را در فاصله دو ارزشیابی ثابت کنند [۱۶ و ۱۷].

خلاصه اینکه ارزیابی درونی برنامه‌های آموزش مهندسی قدم اول در بازنگری برنامه‌هاست. بدین منظور، پیشنهاد می‌شود مرکز ارزیابی کیفیت در هر مرکز آموزش مهندسی تأسیس و به دنبال آن گروههای ارزیابی درونی برای هر یک از برنامه‌های آموزش مهندسی تشکیل شود. انجمن آموزش مهندسی ایران، مؤسسه ارزشیابی آموزش مهندسی و مرکز ارزیابی کیفیت دانشکده فنی دانشگاه تهران آماده‌اند تا مدارک و اطلاعات لازم را، در خصوص فعالیتهای ذکر شده، در اختیار دانشگاهها و دیگر مراکز آموزشی متقاضی قرار دهند.

با تمرکز زدایی و دادن اختیار به دانشگاهها برای استفاده از خلاقیتها و تواناییهایشان در بهبود و ارتقای کیفیت برنامه‌ها، بازنگریهای متمرکز می‌تواند بر چالشهای کلان آموزش مهندسی مثل نیازهای بازار کار، راه‌اندازی دوره‌های آموزشی جدید یا حذف برنامه‌هایی که کارایی خود را از دست داده‌اند، افزایش کارایی کارآموزیها، نحوه اجرای پروژه‌های پایانی کارشناسی مهندسی و مواردی مانند آن متمرکز شود.

۵. نتیجه‌گیری

- بازنگری برنامه‌های آموزش مهندسی به دو صورت متمرکز و نامتمرکز صورت می‌گیرد. در بازنگریها و برنامه‌ریزیهای متمرکز بیشتر بر تعیین سمت‌گیریهای کلان و راهبردی آموزش مهندسی تأکید می‌شود.
- بازنگری نامتمرکز و دائمی را مؤسسه آموزشی انجام می‌دهد. ارزیابی درونی (خود ارزیابی) منبع اولیه و اصلی تأمین اطلاعات برای بازنگری و ارزشیابی برنامه آموزشی است.
- بازنگریها و ارزیابی درونی با توجه به ملاکها و دستاوردهای از پیش تعیین شده صورت می‌گیرد. هدف اصلی بازنگری شناسایی کاستیها و اصلاح برنامه است، به‌گونه‌ای که همه دستاوردهای در نظر گرفته شده برای آن محقق شود.

- هدف مهم دیگر بازنگری و ارزیابی درونی ارتقای مداوم کیفیت برنامه است. از این رو، ارزیابی درونی علاوه بر سرفصلهای دروس، دیگر وجوه آموزش را نیز مورد بررسی و بازنگری قرار می‌دهد.
- عدم تمرکز و تفویض اختیار بازنگری به دانشگاهها عاملی مهم در ایجاد رقابت و ارتقای کیفیت برنامه‌هاست.
- قدم اول در بازنگری سازمان‌یافته برنامه‌های آموزش مهندسی کشور تأسیس مرکز ارزیابی کیفیت در هر مرکز آموزش مهندسی و تشکیل گروههای ارزیابی درونی برای هر برنامه آموزش مهندسی است.
- به همراه رشد روند جهانی شدن آموزش مهندسی، توجه زیادی به هم ارزی برنامه‌های آموزش مهندسی در کشورهای مختلف می‌شود. هم‌سویی شدن با این روند فقط از طریق موفقیت در ارزیابی درونی و برونی و اخذ گواهینامه ارزشیابی امکانپذیر است.

مراجع

1. The Boeing Company (1996), Desired attributes of an engineer, Available at: <http://www.boeing.com/companyoffices/pwu/attributes/attributes/html>
2. UNESCO (accessed January 2011) , Available at: <http://www.unesco.org/delors/fourpil.htm>
3. ABET (2010), Criteria for accrediting engineering programs, Accreditation Board for Engineering and Technology, Available at: www.abet.org
4. Bologna process and educational reform in Europe, Available at:
 - <http://www.bologna-berlin2003.de/en/activities/index.htm>
 - <http://www.euractiv.com/en/education/bologna-process/article-117448>
 - <http://www.bologna-berlin2003.de/en/links/index.htm>
 - <http://www.bologna-bergen2005.no/>
5. European Network for Accreditation of Engineering Education (ENAAE), (2008). EUR-ACE framework standards. 14 pp. , Available at: <http://www.enaee.eu>
6. Crawley, E. F., Malmqvist, J., Östlund, S., & Brodeur, D. R. (2007), Rethinking engineering education: The CDIO approach, Springer, New York.
۷. معاریان، حسین (۱۹۹۱)، نوآوری در آموزش مهندسی، انتشارات دانشگاه تهران، ۴۳۶ صفحه.
۸. جبه‌دار، پرویز، بازرگان، عباس، مدرس یزدی، محمد و معاریان، حسین (۱۳۹۱)، بیانیه بازنگری برنامه های آموزش مهندسی ایران، گزارش ارایه شده به‌گروه علوم مهندسی فرهنگستان علوم ایران در بهار ۱۳۹۱.
9. Crawley, E., Gray, P., Malmquist, J., & Goodhew, P. (2010), CDIO standards (ppt), Available at: www.cdio.org
10. NAE (2004), The engineer of 2020: Visions of engineering in the new century, National Academy of Engineering, National Academies Press, 118 pp.
11. NAE (2008), Changing the conversation: Messages for improving public understanding of engineering, Washington, D. C.: The National Academies Press.

12. Heywood, J. (2005), Engineering education research and development in curriculum and instruction, IEEE Press, 493 pp.
۱۳. معماریان حسین (۱۳۹۰)، تدارک هدفها و دستاوردهای آموزش مهندسی، فصلنامه آموزش مهندسی ایران، سال سیزدهم، شماره ۴۹، صص. ۴۳-۶۹.
۱۴. معماریان حسین (۱۳۹۰)، کاستیهای برنامه‌های آموزش مهندسی ایران، فصلنامه آموزش مهندسی ایران، فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران، سال سیزدهم، شماره ۵۱، صص. ۵۳-۷۴.
۱۵. معماریان حسین (۱۳۹۰)، سازکار ارزیابی درونی برنامه‌های آموزش مهندسی ایران، فصلنامه آموزش مهندسی ایران، فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران، سال سیزدهم، شماره ۵۱، صص. ۱-۳۰.
۱۶. معماریان حسین (۱۳۹۰)، نهضت جهانی آموزش مهندسی، فصلنامه آموزش مهندسی ایران، سال سیزدهم، (شماره ۵۰)، صص. ۱-۳۱.
۱۷. معماریان حسین (۱۳۹۰)، فرایند ارزشیابی برنامه‌های آموزش مهندسی ایران، فصلنامه آموزش مهندسی ایران، سال سیزدهم، شماره ۵۰، صص. ۳۳-۶۱.