

## استانداردهای تضمین کیفیت آموزش مهندسی در ایران: رویکردی

### جهانی\*

حسین مطهری نژاد<sup>۱</sup>، نادر قلی قورچیان<sup>۲</sup>، پریوش جعفری<sup>۳</sup>

محمود یعقوبی<sup>۴</sup>

**چکیده:** در دو دهه گذشته توجه به کیفیت آموزش مهندسی در نتیجه عواملی از قبیل تحرک پذیری سریع، محیط کاری چند فرهنگی، بین المللی و جهانی شدن آموزش مهندسی، افزایش تعداد دانشجویان و دانش‌آموختگان مهندسی و گسترش آموزش از راه دور و یادگیری الکترونیکی افزایش یافته است و به تدوین استانداردها و معیارهای حرفه‌ای در سطح جهانی برای تضمین کیفیت برنامه‌های آموزش مهندسی منجر شده است. از آنجا که طراحی، اجرا و ارزشیابی برنامه‌های آموزش مهندسی بر اساس معیارها و ترازهای منطقه‌ای و بین‌المللی جنبه‌ای مهم از تضمین کیفیت آموزش مهندسی به شمار می‌رود، استفاده از این پارامترها در برنامه‌های آموزش مهندسی موجب اطمینان دولت و صنعت به دانش و مهارتهای مورد نیاز دانش‌آموختگان مهندسی می‌شود. هدف این مقاله تعیین استانداردهای تضمین کیفیت آموزش مهندسی در کشور ایران با رویکردی جهانی است. این پژوهش از نوع توصیفی - تحلیلی است و در آن از روش تحلیل محتوای کیفی استفاده شده است. سه مدل جهانی در خصوص تضمین کیفیت و اعتباربخشی برنامه‌های آموزش مهندسی بررسی و تحلیل شدند که وجوه مشترک معیارها و الزامات آنها در قالب هشت دسته استاندارد شامل هدفها و نتایج برنامه، برنامه درسی، هیئت علمی، منابع مالی و خدمات پشتیبانی، فضا و امکانات آموزشی، فرایند تدریس و یادگیری، دانشجویان و سنجش و ارزشیابی مشخص شد. این استانداردها می‌توانند چارچوبی برای تضمین کیفیت و اعتباربخشی برنامه‌های آموزش مهندسی در کشور ایران را فراهم سازند، به نحوی که بتوان به ارائه آموزش مهندسی با کیفیت در سطح ملی و فراملی اقدام کرد.

### واژه‌های کلیدی: آموزش مهندسی، تضمین کیفیت، اعتباربخشی، استانداردها.

\* این مقاله در "دومین کنفرانس آموزش مهندسی (با نگرش به آینده)" که در آبان ماه ۱۳۹۰ در دانشگاه صنعتی اصفهان برگزار شد، ارائه شده است.

۱. دانشجوی دکتری دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، گروه مدیریت آموزشی، تهران، ایران.

hmotahhari@yahoo.com

۲. استاد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، گروه مدیریت آموزشی، تهران، ایران.

۳. استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، گروه مدیریت آموزشی، تهران، ایران.

۴. استاد دانشگاه شیراز، دانشکده مهندسی، بخش مهندسی مکانیک، شیراز، ایران. yaghoubi@shirazu.ac.ir

(دریافت مقاله: ۱۳۹۰/۹/۶)

(پذیرش مقاله: ۱۳۹۰/۱۰/۷)

## ۱. مقدمه

با توجه به تغییرات فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی ناشی از جهانی شدن، فناوری اطلاعات و اقتصاد دانش محور [۱ و ۲] از یک سو و چالشها و مشکلات مؤسسات آموزش عالی از جمله مشتریان ناراضی، کارکنان کم روحیه، بروندهای نامناسب، فرایندهای کاری ناهمگن، هزینه زیاد، اثربخشی کم و بوروکراسی نا کارا و متورم [۳] از سوی دیگر، حفظ کیفیت بالا و رعایت استانداردها برای مؤسسات آموزش عالی یک ضرورت مهم به شمار می‌رود. به همین دلیل، تقاضا برای ارزیابی کیفیت و فرایندهای "تضمین کیفیت" در آموزش عالی رو به افزایش است. نتیجه چنین تقاضایی شناخت نظامهای تضمین کیفیت منطقه‌ای و بین‌المللی و طرح ریزی چنین نظامهایی برای افزایش کیفیت آموزش عالی در سطح ملی است [۴].

در خصوص کیفیت نظام آموزش عالی دو سؤال اصلی مطرح است: ۱. استانداردها یا مشخصات خدماتی که نظام آموزش عالی ارائه می‌کند چیست؛ ۲. مشتریان نظام آموزش عالی چه کسانی هستند و چه نیازها و انتظاراتی دارند [۵]؟ در این خصوص، دو تعریف درباره کیفیت وجود دارد که مورد استفاده نهادهای تضمین کیفیت آموزش عالی قرار می‌گیرد: ۱. تطابق با استانداردهای از پیش تعیین شده و ۲. تطابق با هدفها و انتظارات [۶].

تاکنون استانداردهای جهانی برای آموزش عالی ارائه نشده است و بیشتر در کشور آمریکا و تا حدودی در اروپا استانداردهایی برای ارزیابی و تضمین کیفیت آموزش عالی مطرح شده است که این استانداردها بر حسب نهادهای تضمین کیفیت آموزش عالی نسبتاً متفاوت هستند. بنابراین، با توجه به نبود استانداردهای مشخص در اغلب کشورها می‌توان برای سنجش کیفیت آموزش عالی از تعریف دوم کیفیت؛ یعنی تطابق با هدفها و انتظارات استفاده کرد [۷] که در دهه گذشته از این رویکرد برای ارزیابی و تضمین کیفیت گروههای آموزشی در دانشگاههای ایران استفاده شده است [۸ و ۹]. اما تعیین استانداردها و استفاده از آنها برای تضمین کیفیت آموزش عالی ضرورتی اجتناب ناپذیر است.

در دو دهه گذشته توجه به کیفیت آموزش مهندسی در نتیجه عواملی از قبیل تحرک پذیری سریع، محیط کاری چند فرهنگی، بین‌المللی و جهانی شدن آموزش مهندسی، افزایش تعداد دانشجویان و دانش‌آموختگان مهندسی و گسترش آموزش از راه دور و یادگیری الکترونیکی افزایش یافته [۱۰] و به تدوین استانداردها و معیارهای حرفه‌ای در سطح جهانی برای تضمین کیفیت آموزش مهندسی منجر شده است.

فرایندهای تضمین کیفیت از جمله "اعتباربخشی"<sup>۱</sup> به دو نوع اصلی تقسیم می‌شوند: اعتباربخشی مؤسسه و اعتباربخشی برنامه [۱۰]. اعتباربخشی برنامه فرایندی از تضمین کیفیت است که به وسیله آن برنامه آموزش مهندسی، در سطح کارشناسی یا کارشناسی ارشد و دکترا در یک دانشکده مهندسی، در فواصل زمانی مشخص برای تأیید اینکه برنامه معیارها و استانداردهای مورد نظر هیئت اعتباربخشی را برآورده می‌سازد، به طور انتقادی ارزیابی می‌شود [۱۱]. استانداردهای تضمین کیفیت و معیارهای اعتباربخشی ماهیت و گستره پیش‌نیازها برای برنامه‌های آموزش مهندسی را تعیین می‌کنند و نمایی از یک برنامه خوب را به دست می‌دهند [۱۲]. این معیارها و استانداردها به‌نحوی تعیین و دسته‌بندی می‌شوند تا کیفیت جنبه‌های مختلف برنامه‌های آموزش مهندسی مورد سنجش قرار گیرد و تصویر واضح و روشنی از نقاط قوت و ضعف این برنامه‌ها نشان داده شود [۱۱].

فرایند اعتباربخشی در برنامه‌های آموزش مهندسی و فناوری به‌طور داوطلبانه در سال ۱۹۳۲ به یاری "شورای توسعه حرفه‌ای مهندسان"<sup>۲</sup> که بعد از چندین سال به "شورای اعتباربخشی مهندسی و تکنولوژی"<sup>۳</sup> تبدیل شد، در ایالات متحده آمریکا آغاز و سپس، در چندین کشور دیگر رواج یافت. شواهد تاریخی از اعتباربخشی آموزش مهندسی در اروپا قانون ۱۰ جولای ۱۹۳۴ است که توسط "کمیسیون دادن عناوین مهندس"<sup>۴</sup> در کشور فرانسه اجرا شد که به ارائه و استفاده از عنوان مهندس با صلاحیت مربوط می‌شود [۱۰ و ۱۳].

با توجه به اهمیت آموزش مهندسی و تضمین کیفیت آن، موضوع اعتباربخشی به دستور کار مهمی در سرتاسر جهان تبدیل شده است و سه روند قوی در اعتباربخشی برنامه‌های آموزش مهندسی به طور جهانی به چشم می‌خورد [۱۳]:

الف. گرایش به سمت آژانسهای اعتباربخشی مستقل و خود حمایتی در مقابل تشکیلات کنترلی و بودجه‌ای دولتی. گرایش موجود در جهت این است که آژانسهای اعتباربخشی به صورت مؤسسات مستقلی شوند که برای عملکردشان مسئولیت مستقل دارند. درحقیقت، مستقل بودن یک الزام اصلی برای به رسمیت شناخته شدن ملی و بین‌المللی آژانسهای اعتباربخشی است.

ب. گرایش به سمت سنجش مبتنی بر نتایج با تأکید بر بهبود مستمر به جای آنچه تدریس می‌شود (درونداد یادگیری). تا پایان دهه ۱۹۹۰ اعتباربخشی برنامه‌های مهندسی مبتنی بر

- 
1. Accreditation
  2. Engineers Council for Professional Development
  3. Accreditation Board of Engineering and Technology (ABET)
  4. Commission of the Titles of Engineer

ارزشیابی درونداد یادگیری مؤسسات آموزش عالی بود. در سال ۱۹۹۷ "شورای اعتباربخشی مهندسی و تکنولوژی آمریکا" معیارهای مهندسی ۲۰۰۰ را مطرح کرد که در آنها به جای درونداد (آنچه تدریس می‌شود) بر نتایج (آنچه یاد گرفته می‌شود) به عنوان ضرورت فرایند بهبود مستمر تأکید شده است. از آن پس، تأکید بر نتایج برنامه/یادگیری، هدف قالب در اعتباربخشی در نظر گرفته شد و به وسیله بسیاری از آژانسهای اعتباربخشی ملی در سرتاسر جهان مورد قبول قرار گرفت.

پ. گرایش به شبکه‌ای کردن و به رسمیت شناختن متقابل در بین آژانسهای اعتباربخشی ملی. این گرایش از سال ۱۹۸۹ با امضای "پیمان واشنگتن"<sup>۱</sup> بین شش آژانس ملی شروع شد. جهانی شدن سریع که در دهه گذشته تجربه شده، نیاز برای شناخته شدن جهانی مؤسسات آموزش عالی را افزایش داده است که خود نیز گرایش برای به رسمیت شناختن متقابل آژانسهای اعتباربخشی را افزایش می‌دهد.

از آنجا که طراحی، اجرا و ارزشیابی برنامه‌های آموزش مهندسی بر اساس معیارها و ترازهای منطقه‌ای و بین‌المللی جنبه‌ای مهم از تضمین کیفیت آموزش مهندسی به‌شمار می‌رود و استفاده از این پارامترها در برنامه‌های آموزش مهندسی موجب اطمینان دولت و صنعت به دانش و مهارتهای دانش‌آموختگان مهندسی می‌شود [۱۴]، در این مقاله کوشش به‌عمل آمده است تا از طریق تحلیل وجوه مشترک استانداردها و معیارهای مطرح شده در مدل‌های جهانی آموزش مهندسی، بتوان استانداردهایی برای تضمین کیفیت آموزش مهندسی در کشور ایران ارائه کرد. همچنین، در این مقاله بر استانداردهای تضمین کیفیت برنامه‌های آموزش مهندسی تأکید شده است، نه استانداردهای تضمین کیفیت مؤسسات آموزش مهندسی. از این رو، پاسخگویی به سؤلهای زیر مد نظر است:

- در مدل‌های جهانی آموزش مهندسی چه معیارها و الزاماتی برای تضمین کیفیت و اعتباربخشی برنامه‌های آموزش مهندسی مطرح شده است؟
- با توجه به وجوه مشترک مدل‌های جهانی آموزش مهندسی چه استانداردها و الزاماتی را می‌توان برای تضمین کیفیت و اعتباربخشی برنامه‌های آموزش مهندسی در کشور ایران در نظر گرفت؟

## ۲. روش پژوهش

این پژوهش از نظر هدف کاربردی و از نظر نحوه گردآوری داده‌ها توصیفی - تحلیلی است که در آن از روش "تحلیل محتوای کیفی"<sup>۱</sup> استفاده شده است. جامعه مورد مطالعه تحقیق شامل سه مدل جهانی در خصوص تضمین کیفیت و اعتباربخشی آموزش مهندسی است که به صورت سرشماری انتخاب شده‌اند. ابزار گردآوری داده‌های پژوهش فرمهای محقق ساخته بوده و برای تحلیل داده‌های گردآوری شده از روش کدگذاری و مقوله بندی استفاده شده است.

فرایند تحلیل محتوا در سه مرحله انجام شد: در مرحله اول با بررسی پیشینه و جستجو در پایگاههای اطلاعاتی، سه مدل جهانی در خصوص تضمین کیفیت و اعتباربخشی آموزش مهندسی شامل مدل اعتباربخشی مهندسی و تکنولوژی آمریکا، مدل تصور، طراحی، اجرا و بهره‌برداری<sup>۲</sup> و مدل مهندس اعتباریافته اروپا<sup>۳</sup> مشخص شد. این مدلها از یک سو بر برنامه‌های آموزشی تمرکز دارند تا مؤسسات آموزشی [۱۰ و ۱۵] و از سوی دیگر، مبتنی بر نتیجه هستند؛ یعنی در آنها بر دستیابی به نتایج برنامه تأکید می‌شود تا چگونگی دستیابی به این نتایج [۱۰، ۱۳، ۱۵ و ۱۶]، لذا، به عنوان "مدلهای مبتنی بر نتایج"<sup>۴</sup> شهرت دارند.

در مرحله دوم با بررسی مستندات مربوط به این مدلها معیارها و الزامات تضمین کیفیت و اعتباربخشی آموزش مهندسی استخراج و در قالب جدول نشان داده شد. در مرحله سوم از طریق کدگذاری، وجوه مشترک معیارها و الزامات مطرح در مدلهای جهانی تضمین کیفیت و اعتباربخشی آموزش مهندسی تعیین و با استفاده از روش مقوله‌بندی در قالب هشت دسته استاندارد طبقه‌بندی شدند.

## ۳. یافته‌های پژوهش

سؤال اول: در مدلهای جهانی آموزش مهندسی چه معیارها و الزاماتی برای تضمین کیفیت و اعتباربخشی برنامه‌های آموزش مهندسی مطرح شده است؟

نتایج بررسی مستندات مربوط به مدلهای جهانی آموزش مهندسی نشان داد که هر کدام از این مدلها معیارها و استانداردهای کم و بیش مشابهی را برای تضمین کیفیت و اعتباربخشی برنامه‌های آموزش مهندسی مورد تأکید قرار داده‌اند که جدول ۱ نشان دهنده عناوین معیارها و استانداردها در این مدلهاست.

- 
1. Qualitative Content Analysis
  2. Conceive-Design-Implement-Operate (CDIO)
  3. European Accredited Engineer (EUR-ACE)
  4. Outcomes Based Models

۲۶ استانداردهای تضمین کیفیت آموزش مهندسی در ایران: رویکردی جهانی

با توجه به عناوین معیارها و استانداردهای تضمین کیفیت آموزش مهندسی در مدل‌های جهانی، جدول ۱ بیانگر نتایج زیر است:

- از آنجا که این مدل‌ها به‌عنوان مدل‌های مبتنی بر نتایج شهرت دارند، هدفها و نتایج برنامه جزو اولین معیارها و استانداردها در این مدل‌ها به‌شمار می‌رود.
- معیارها و استانداردها نشان دهنده جنبه‌های مختلف برنامه هستند تا مؤسسه، زیرا در این مدل‌ها تأکید ویژه‌ای بر تضمین کیفیت و اعتباربخشی برنامه‌های آموزش مهندسی می‌شود.
- در هر کدام از این مدل‌ها به نحوی بر اهمیت ارزشیابی و بهبود مستمر برنامه‌های آموزش مهندسی در فرایند تضمین کیفیت و اعتباربخشی تأکید می‌شود.
- اعضای هیئت علمی، فضا و امکانات از جمله معیارها و استانداردهای مهم در این مدل‌ها به‌شمار می‌روند.

جدول ۱: معیارها و استانداردهای تضمین کیفیت آموزش مهندسی در مدل‌های جهانی

مدل ABET	مدل CDIO	مدل EUR-ACE
۱- دانشجویان	۱- زمینه آموزش مهندسی	۱- نیازها، هدفها و نتایج
۲- هدفهای آموزشی برنامه	۲- نتایج یادگیری	۱-۱- نیازهای گروههای علاقه مند
۳- نتایج برنامه	۳- برنامه درسی تلفیقی	۲-۱- هدفهای آموزشی
۴- بهبود مستمر	۴- مقدمه ای بر مهندسی	۳-۱- نتایج برنامه
۵- برنامه درسی	۵- تجارب طراحی - اجرا	۲- فرایند آموزشی
۶- اعضای هیئت علمی	۶- فضاهاى آموزش مهندسی	۱-۲- برنامه ریزی
۷- امکانات	۷- تجارب یادگیری تلفیقی	۲-۲- ارائه
۸- خدمات پشتیبانی	۸- یادگیری فعال	۳-۲- سنجش یادگیری
۹- معیارهای برنامه	۹- افزایش شایستگی اعضای هیئت علمی در مهارتها	۳- منابع و مشارکتها
	۱۰- افزایش شایستگی تدریس اعضای هیئت علمی	۱-۳- اعضای هیئت علمی و کارکنان پشتیبانی
	۱۱- سنجش یادگیری	۲-۳- امکانات
	۱۲- ارزشیابی برنامه	۳-۳- منابع مالی
		۴-۳- مشارکتها
		۴- سنجش فرایند آموزشی
		۱-۴- دانشجویان
		۲-۴- دانش آموختگان
		۵- نظام مدیریت
		۱-۵- سازمان و فرایندهای تصمیم‌گیری
		۲-۵- نظام تضمین کیفیت

مدلهای جهانی در خصوص تضمین کیفیت و اعتباربخشی آموزش مهندسی هر کدام الزاماتی را برای برآوردن معیارها و استانداردها تعیین کرده‌اند که در ادامه ضمن معرفی این مدلها، الزامات تعیین شده در جدولهای ۲، ۳ و ۴ ارائه شده است. این الزامات دامنه شمول هر معیار و استاندارد را نشان می‌دهند و مبنای طراحی، اجرا و ارزشیابی برنامه‌های آموزش مهندسی قرار می‌گیرند.

الف. مدل اعتباربخشی مهندسی و تکنولوژی آمریکا: در ایالات متحده، شورای اعتباربخشی مهندسی و تکنولوژی (ABET) مسئول تضمین کیفیت آموزش مهندسی است. این شورا فدراسیونی از ۲۸ انجمن فنی و مهندسی حرفه‌ای است که با همدیگر برای ارتقا و پیشرفت آموزش مهندسی، فناوری و علوم کاربردی متحد شده‌اند [۱۷]. ABET بیشتر بر اعتباربخشی برنامه‌های آموزش مهندسی تمرکز دارد تا اعتباربخشی مؤسسه یا گروه آموزشی و همچنین، یک مدل شایسته از دانش، مهارتها و نگرشهای مورد نیاز مهندسان است و لذا، بر معیارهای مبتنی بر نتایج تأکید دارد [۱۰ و ۱۴].

از آنجا که بیشتر فرایندهای اعتباربخشی برنامه، که در آموزش مهندسی در سطح جهانی اجرا شده است، به‌طور نزدیکی مبتنی بر معیارها و رویه‌های ABET یا از آن تأثیر پذیرفته است [۱۰]، از این مدل به‌عنوان یک مدل جهانی برای تضمین کیفیت و اعتباربخشی برنامه‌های آموزش مهندسی یاد می‌شود. در این مدل نه معیار برای ارزشیابی برنامه‌های آموزش مهندسی در نظر گرفته شده است که معیار سوم آن بیانگر نتایج برنامه‌های آموزش مهندسی است.

براساس مستندات مربوط به فرایند اعتباربخشی برنامه‌های مهندسی ۲۰۱۱-۲۰۱۰ برای هر کدام از معیارهای اعتباربخشی الزامات و شواهدی در نظر گرفته شده است [۱۸] که این الزامات و شواهد به تفکیک در جدول ۲ آمده‌اند.

جدول ۲: معیارها و الزامات تضمین کیفیت آموزش مهندسی در مدل ABET

معیارها	الزامات و شواهد
۱- دانشجویان	- ارزشیابی عملکرد دانشجو - مشاوره به دانشجویان با توجه به نوع برنامه و مواد درسی - نظارت بر پیشرفت دانشجو در راستای دستیابی به نتایج برنامه - وجود داشتن خط مشی‌هایی برای پذیرش دانشجویان انتقالی و تعیین اعتبار دروس گذرانده شده در جاهای دیگر
۲- هدفهای آموزشی برنامه	- وجود داشتن رویه‌هایی برای تضمین اینکه همه دانشجویان تمام الزامات برنامه را برآورده می‌سازند - انتشار هدفهای آموزشی هماهنگ با مأموریت دانشگاه و معیارهای اعتباربخشی

- فرایند دوره‌ای برای مستند سازی و نشان دادن اینکه هدفها مبتنی بر نیازهای مشتریان متنوع برنامه هستند  
 - سنجش و ارزشیابی دوره‌ای برای مستند سازی و نشان دادن میزان دستیابی به هدفهای برنامه

- برنامه‌های آموزش مهندسی باید نشان دهند که دانشجویان نتایج زیر را به دست می‌آورند:

- ۱- توانایی کاربرد دانش ریاضیات، علم و مهندسی
- ۲- توانایی طراحی و آزمایش محصول و همچنین، تجزیه و تحلیل و تفسیر داده‌ها
- ۳- توانایی طراحی یک سیستم، وسیله یا فرایند برای برآوردن نیازهای مورد نظر با در نظر گرفتن محدودیتهای اقتصادی، محیطی، اجتماعی، سیاسی، اخلاقی، بهداشتی و ایمنی، قابلیت تولید و پایداری
- ۴- توانایی کار کردن در تیمهای چند رشته‌ای
- ۵- توانایی تشخیص، تدوین و حل مسائل مهندسی
- ۶- درک مسئولیت پذیری حرفه‌ای و اخلاقی
- ۷- توانایی برقراری ارتباط مؤثر
- ۸- آموزش ضروری گسترده برای درک تأثیر راه حل‌های مهندسی در زمینه جهانی، اقتصادی، محیطی و اجتماعی
- ۹- تشخیص نیاز برای یادگیری مادام‌العمر و توانایی انجام دادن آن
- ۱۰- داشتن دانش راجع به مباحث معاصر
- ۱۱- توانایی کاربرد فنون، مهارتها و ابزارهای ضروری مدرن برای عمل مهندسی

۳- نتایج برنامه

- نتایج برنامه باید دستیابی به هدفهای آموزشی برنامه را تسهیل کند  
 - سنجش و ارزشیابی دوره‌ای برای مستند سازی و نشان دادن میزان دستیابی به نتایج برنامه

- نشان دادن شواهدی دال بر بهبود برنامه  
 - مبتنی بودن بهبود برنامه بر اطلاعات قابل دسترس در زمینه هدفها و نتایج برنامه

۴- بهبود مستمر

- تعیین موضوعهای درسی متناسب با مهندسی  
 - صرف توجه و زمان کافی به هر جزء برنامه هماهنگ با نتایج و هدفهای برنامه  
 - جزء حرفه‌ای برنامه باید شامل موارد زیر باشد:

- ۱- یک سال آموزش ریاضیات و علوم پایه همراه با تجربه آزمایشگاهی متناسب با رشته تحصیلی
- ۲- یک و یک سال و نیم آموزش موضوعهای مهندسی شامل علوم مهندسی و طراحی مهندسی متناسب با رشته تحصیلی دانشجویان

۵- برنامه درسی



<p>۳- جزء آموزش عمومی که تکمیل کننده محتوای فنی برنامه درسی است - آمادگی دانشجویان برای عمل مهندسی از طریق یک تجربه طراحی اصلی در پایان برنامه درسی</p>	
<p>- تعداد کافی اعضای هیئت علمی و شایستگی آنها برای پوشش دادن تمام حیطه‌های برنامه درسی - وجود سطح مناسبی از تعامل استاد - دانشجو و راهنمایی و مشاوره به دانشجویان - توسعه حرفه‌ای اعضای هیئت علمی، تعامل آنها با صنعت و مشاغل حرفه‌ای و همچنین، کارفرمایان دانشجویان - همکاری اعضای هیئت علمی در تدوین و اجرای فرایندهایی برای سنجش، ارزشیابی و بهبود مستمر برنامه - عوامل اصلی برای قضاوت در باره شایستگی اعضای هیئت علمی عبارت‌اند از: تحصیلات، سوابق مختلف، تجربه مهندسی، تجربه تدریس و اثربخشی آن، توانایی برقراری ارتباط، اشتیاق برای تدوین برنامه‌های مؤثرتر، سطح دانش پژوهشی، مشارکت با انجمنهای حرفه‌ای و داشتن گواهینامه‌های حرفه‌ای</p>	<p>۶- اعضای هیئت علمی</p>
<p>- کلاسهای درس، آزمایشگاهها و تجهیزات مرتبط کافی و متناسب با هدفهای برنامه - در دسترس بودن امکانات برای تعامل استاد - دانشجو و ایجاد جوّی برای توسعه فعالیتهای حرفه‌ای - فراهم کردن فرصتهایی برای دانشجویان به منظور کاربرد ابزارهای مدرن مهندسی - وجود داشتن زیرساختارهای کامپیوتری و اطلاعاتی برای حمایت از فعالیتهای دانش پژوهشی اعضای هیئت علمی و دانشجویان</p>	<p>۷- امکانات</p>
<p>- وجود داشتن پشتیبانی سازمانی، منابع مالی و رهبری سازنده برای تضمین کیفیت و تداوم برنامه - موجود بودن منابع کافی برای جذب، حفظ و تامین توسعه حرفه‌ای مداوم اعضای هیئت علمی با کیفیت - موجود بودن منابع کافی برای خرید، نگهداری و بهره برداری امکانات و تجهیزات مناسب برای برنامه - ارائه خدمات پشتیبانی سازمانی و پرسنلی کافی برای برآوردن نیازهای برنامه</p>	<p>۸- خدمات پشتیبانی</p>
<p>- برآورده شدن معیارهای خاص به وسیله هر برنامه آموزش مهندسی - مشخص کردن الزامات در معیارهای برنامه براساس حیطه‌های موضوعی برنامه‌درسی و صلاحیتهای اعضای هیئت علمی</p>	<p>۹- معیارهای برنامه</p>

ب. مدل تصور، طراحی، اجرا و بهره‌برداری: با حمایت "بنیاد والنبرگ سوئد"<sup>۱</sup> چهار دانشگاه مهندسی در اکتبر ۲۰۰۰ مشارکت بین‌المللی را برای اصلاح و بهبود آموزش مهندسی در مقطع کارشناسی تشکیل دادند [۲۰ و ۱۹]. این دانشگاهها عبارت‌اند از: "دانشگاه تکنولوژی چالمرز"<sup>۲</sup>، "دانشگاه لینکوپینگ"<sup>۳</sup>، "مؤسسه تکنولوژی رویال"<sup>۴</sup> در کشور سوئد و "مؤسسه تکنولوژی ماساچوست"<sup>۵</sup> در کشور آمریکا. نتیجه این مشارکت و همکاری تدوین رویکردی جدید برای آموزش مهندسی بود، به‌نحوی که دانش‌آموختگان مهندسی قادر به تصور، طراحی، اجرا و بهره‌برداری نظامهای مهندسی پیچیده و با ارزش افزوده در یک محیط مدرن و مبتنی بر کار تیمی باشند [۲۱ و ۲۲].

این رویکرد که با عنوان رویکرد CDIO مطرح شده است، بر اساس اصول مهندسی نام آن از اصول طراحی سیستم و محصول شامل تصور، طراحی، اجرا و بهره‌برداری گرفته شده است. این رویکرد به سرعت در سطح جامعه جهانی گسترش یافته است و در بیش از چهل دانشکده مهندسی در ایالات متحده، اروپا، کانادا، بریتانیا، آفریقا، آسیا، استرالیا و نیوزیلند اجرا می‌شود [۲۳]. در این رویکرد سه هدف کلی برای آموزش مهندسی در نظر گرفته شده است. آموزش دانشجویان به نحوی است که قادر باشند [۲۱]:

- دانش کاری عمیق‌تری از میانی فنی به دست آورند؛
  - فرآورده‌ها، فرایندها و نظامهای جدید را ایجاد و از آنها بهره‌برداری کنند؛
  - اهمیت و تأثیر استراتژیک تحقیق و توسعه تکنولوژیکی بر جامعه را درک کنند.
- در مفهوم کلی، هدف ارتقای کیفیت برنامه‌های آموزشی است که این رویکرد را به کار می‌برند، از این رو، دارای یک سرفصل در خصوص نتایج یادگیری، دوازده استاندارد برای طراحی و توسعه برنامه‌های آموزش مهندسی و مدل خودارزشیابی برای سنجش و بهبود مستمر برنامه‌هاست که به‌عنوان ابزارهای تضمین کیفیت و اعتباربخشی مطرح است [۲۴]. این رویکرد را می‌توان به‌عنوان یک مدل جهانی برای تضمین کیفیت و اعتباربخشی آموزش مهندسی در نظر گرفت. همانند مدل قبلی، در CDIO بر برنامه‌های آموزشی و نتایج یادگیری تأکید و برای رعایت استانداردها و دستیابی به نتایج یادگیری برنامه‌های آموزش مهندسی، یک‌سری الزامات و شواهد مطرح می‌شود [۲۱] که در جدول ۳ به تفکیک ارائه شده‌اند.

---

1. Wallenberg Foundation of Sweden
2. Chalmers University of Technology
3. Linkoping University
4. The Royal Institute of Technology
5. The Massachusetts Institute of Technology (MIT)

جدول ۳: استانداردها و الزامات تضمین کیفیت آموزش مهندسی در مدل CDIO

استانداردها	الزامات و شواهد
۱- زمینه آموزش مهندسی	<ul style="list-style-type: none"> <li>- بیانیه مأموریتی یا مستند دیگری که نشان دهد برنامه مورد نظر یک برنامه CDIO است</li> <li>- پذیرش این اصل توسط اعضای هیئت علمی و دانشجویان که چرخه حیات محصول، فرایند و سیستم (تصور، طراحی، اجرا و بهره برداری) زمینه آموزش مهندسی است</li> </ul>
۲- نتایج یادگیری	<ul style="list-style-type: none"> <li>- تأکید نتایج یادگیری بر دانش، مهارتها و نگرشهای مورد نیاز مهندسان شامل:                             <ol style="list-style-type: none"> <li>۱- دانش و استدلال فنی</li> <li>۲- مهارتها و ویژگیهای فردی و حرفهای</li> <li>۳- مهارتهای بین فردی: کار تیمی و ارتباطات</li> <li>۴- تصور، طراحی، اجرا و بهره برداری سیستمها در زمینه سازمانی و اجتماعی</li> </ol> </li> <li>- تعیین اعتبار محتوای نتایج یادگیری و سطح تبحر آنها به وسیله ذی نفعان اصلی از جمله اعضای هیئت علمی، دانشجویان، دانش آموختگان و نمایندگان صنعت</li> </ul>
۳- برنامه درسی تلفیقی	<ul style="list-style-type: none"> <li>- برنامه مستندی که مهارتهای فردی و بین فردی و مهارتهای ساخت محصول، فرایند و سیستم را با دانش رشته فنی تلفیق کند و روابط رشتهای مناسب را مورد تأکید قرار دهد</li> <li>- در نظر گرفتن مهارتهای مورد نظر در دروس و فعالیتهای برنامه درسی</li> <li>- شناخت اعضای هیئت علمی و دانشجویان در باره این مهارتها در برنامه درسی</li> </ul>
۴- مقدمه‌ای بر مهندسی	<ul style="list-style-type: none"> <li>- دوره مقدماتی در برنامه آموزش مهندسی که چارچوبی برای عمل مهندسی فراهم سازد</li> <li>- تجارب یادگیری که مهارتهای فردی و بین فردی و مهارتهای ساخت محصول، فرایند و سیستم را معرفی کنند</li> <li>- افزایش علاقه و انگیزه دانشجویان به رشته تحصیلی شان از طریق درگیری آنها در عمل مهندسی</li> </ul>
۵- تجارب طراحی - اجرا	<ul style="list-style-type: none"> <li>- دو یا چند تجربه طراحی - اجرا در برنامه درسی، حداقل یکی در سطح پایه و دیگری در سطح پیشرفته</li> <li>- فراهم کردن فرصتهای مورد نیاز برای تجارب طراحی - اجرا از قبیل فعالیتهای آزمایشگاهی و کارورزی</li> <li>- تجارب یادگیری واقعی که مبنایی برای یادگیری مهارتهای رشته‌ای فراهم سازد</li> </ul>
۶- فضاهای آموزش مهندسی	<ul style="list-style-type: none"> <li>- وجود داشتن فضاهای کافی و مجهز به ابزارهای مدرن مهندسی</li> <li>- وجود داشتن فضاهای کاری دانشجو محور، دوستانه و تعاملی</li> <li>- سطح بالایی رضایت اعضای هیئت علمی، کارکنان و دانشجویان از فضاهای آموزشی</li> </ul>
۷- تجارب یادگیری تلفیقی	<ul style="list-style-type: none"> <li>- تلفیق مهارتهای فردی و بین فردی، مهارتهای ساخت محصول، فرایند و سیستم با دانش رشته‌ای در فعالیتهای و تجارب یادگیری</li> <li>- درگیری مستقیم اعضای هیئت علمی رشته‌های مهندسی در اجرای تجارب یادگیری تلفیقی</li> <li>- درگیری شرکای صنعتی و دیگر ذینفعان در طراحی تجارب یادگیری</li> </ul>

۳۲ استانداردهای تضمین کیفیت آموزش مهندسی در ایران: رویکردی جهانی

<p>- اجرای موفقیت آمیز روشهای یادگیری فعال - کاربرد روشهای یادگیری فعال به وسیله اکثریت استادان - سطح بالای پیشرفت دانشجو در همه نتایج یادگیری - سطح بالای رضایت دانشجو از روشهای یادگیری</p>	<p>۸- یادگیری فعال</p>
<p>- شایستگی اکثریت اعضای هیئت علمی در مهارتهای فردی و بین فردی و مهارتهای ساخت محصول، فرایند و سیستم - تعداد زیاد عضو هیئت علمی با تجربه در زمینه عمل مهندسی - ارزشیابی اعضای هیئت علمی بر اساس توسعه حرفه‌ای در این مهارتها و لحاظ کردن آنها در خط مشی‌ها و فعالیتهای استخدامی - تخصیص منابع برای توسعه اعضای هیئت علمی در این مهارتها</p>	<p>۹- افزایش شایستگی اعضای هیئت علمی در مهارتها</p>
<p>- شایستگی اکثریت اعضای هیئت علمی در روشهای تدریس، یادگیری و سنجش - ارزشیابی اعضای هیئت علمی بر اساس تدریس مؤثر و لحاظ کردن آن در خط مشی‌ها و فعالیتهای استخدامی - تخصیص منابع برای توسعه اعضای هیئت علمی در این مهارتها</p>	<p>۱۰- افزایش شایستگی تدریس اعضای هیئت علمی</p>
<p>- سنجش یادگیری دانشجویان بر اساس مهارتهای فردی و بین فردی، مهارتهای ساخت محصول، فرایند، سیستم و همچنین، دانش رشته‌ای - کاربرد روشهای سنجش متناسب با کلیه نتایج یادگیری - اجرای موفقیت آمیز روشهای سنجش یادگیری - تعداد زیاد استادان که روشهای سنجش مناسب را مورد استفاده قرار می‌دهند - تعیین پیشرفت دانشجو بر اساس داده‌های پایا و معتبر</p>	<p>۱۱- سنجش یادگیری</p>
<p>- ایجاد نظامی برای ارزشیابی برنامه بر اساس این دوازده استاندارد - کاربرد روشهای متنوع ارزشیابی برنامه با گردآوری داده‌ها از دانشجویان، استادان، رهبران برنامه، دانش آموختگان و دیگر ذینفعان - وجود داشتن فرایند بهبود مستمر مبتنی بر نتایج ارزشیابی برنامه - ایجاد تغییرات بر اساس داده‌ها و اطلاعات به عنوان قسمتی از فرایند بهبود مستمر</p>	<p>۱۲- ارزشیابی برنامه</p>

پ. مدل مهندس اعتباریافته اروپا: هدف اصلی پروژه مهندس اعتباریافته اروپا (EUR-ACE) تدوین چارچوبی برای اعتباربخشی برنامه‌های آموزش مهندسی در حیطه آموزش عالی اروپاست، به طوری که آموزش ضروری برای ورود به حرفه مهندسی، ابزاری برای مقایسه صلاحیتهای آموزشی و افزایش تحرک دانش آموختگان مهندسی فراهم شود [۲۵]. این پروژه تحت حمایت و سرپرستی انجمن غیر انتفاعی "شبکه اروپایی برای اعتباربخشی آموزش مهندسی"<sup>۱۱</sup> قرار دارد [۱۶] که در سال ۲۰۰۴ مطرح، تصویب و اجرا شد که با ۱۴ عضو دامنه گسترده‌ای از سازمانهای مرتبط با اعتباربخشی برنامه‌های آموزش مهندسی را پوشش می‌دهد. شش عضو انجمنها یا شبکه‌هایی هستند که چندین کشور اروپایی

1. European Network for Accreditation of Engineering Education (ENAE)

را در بر می‌گیرند، در حالی که هشت عضو دیگر در زمینه اعتباربخشی برنامه‌های مهندسی در سطح ملی فعال هستند [۱۵].

این پروژه یک سیستم غیر متمرکز است که بر اساس آن آژانسهای ملی به برنامه‌های مهندسی خود اعتبار می‌بخشند و به آنها یک عنوان مشترک اروپایی اضافه خواهد شد که به‌وسیله همه آژانسهای عضو به رسمیت شناخته می‌شود [۱۳ و ۱۶]. استانداردهای پروژه EUR-ACE شامل سه قسمت اصلی است: ۱. مجموعه‌ای از نتایج برنامه برای مقاطع کارشناسی و کارشناسی ارشد مهندسی؛ ۲. رهنمودها و معیارهایی برای سنجش و اعتباربخشی برنامه؛ ۳. رویه‌هایی برای سنجش و اعتباربخشی برنامه [۲۴ و ۲۵] که از ویژگیهای زیر برخوردارند [۱۵]:

- استانداردها فقط به برنامه‌هایی مربوط می‌شوند که قصد دارند دانشجویان آنها وارد مسیری شوند که به حرفه مهندسی منتهی می‌شود؛
  - استانداردها فقط به اعتباربخشی برنامه‌های آموزش مهندسی مربوط می‌شوند، نه اعتباربخشی یا ارزشیابی یک مؤسسه آموزشی. بنابراین، آنها جنبه‌های مدیریتی را در بر نمی‌گیرند؛
  - استانداردها برای اعتباربخشی برنامه‌های کارشناسی و کارشناسی ارشد مهندسی طراحی شده‌اند و برنامه‌های کوتاه مدت و دکتری را شامل نمی‌شوند؛
  - استانداردها مبتنی بر نتیجه هستند؛ یعنی در اعتباربخشی باید دستیابی به نتایج مناسب برنامه تأیید شود؛
  - استانداردها انعطاف لازم برای سازگاری با تفاوت‌های ملی و رشته‌ای را دارند و درها را برای توسعه آینده و بهبود مستمر باز گذاشته‌اند.
- بر اساس این مدل رهنمودها برای اعتباربخشی برنامه عبارت‌اند از: ۱. نیازها، هدفها و نتایج؛ ۲. فرایند آموزشی؛ ۳. منابع و مشارکتها؛ ۴. سنجش فرایند آموزشی؛ ۵. نظام مدیریت [۲۵]. هر کدام از این رهنمودها دو یا چند معیار اعتباربخشی را در بر می‌گیرد که الزامات و شواهد برای برآوردن این معیارها و دستیابی به نتایج برنامه به شرح جدول ۴ است.

جدول ۴: معیارها و الزامات تضمین کیفیت آموزش مهندسی در مدل EUR-ACE

رهنمودها	معیارها	الزامات و شواهد
۱- نیازها، هدفها و نتایج	۱-۱- نیازهای گروههای علاقه مند	- وجود داشتن شیوهها و مراحل زمانی روابط با گروههای علاقه‌مند - تعیین نیازهای گروههای علاقه مند از جمله دانشجویان، صنعت، انجمنهای حرفه‌ای و غیره
	۲-۱- هدفهای آموزشی	- هماهنگ بودن هدفهای آموزشی برنامه با مأموریت دانشگاه و نیازهای گروههای علاقه مند - شفافیت و علنی بودن هدفهای آموزشی برنامه
	۳-۱- نتایج برنامه	- سازگار بودن نتایج برنامه با نتایج برنامه‌های مهندسی اعتبار یافته شامل: ۱- دانش و درک و فهم ۲- تجزیه و تحلیل مهندسی ۳- طراحی مهندسی ۴- بررسی و تحقیق ۵- عمل مهندسی ۶- مهارتهای قابل انتقال - هماهنگ بودن نتایج برنامه با هدفهای آموزشی برنامه
۲- فرایند آموزشی	۱-۲- برنامه ریزی	- شفافیت و علنی بودن سرفصل واحدهای درسی - تعیین ویژگیهای مواد درسی از نظر تعداد واحد، محتوا، نتایج یادگیری و روشهای سنجش - تأکید بر عمل حرفه‌ای با استفاده از تجربه عملی بیرونی، آزمایشگاهها و پروژهها - هماهنگی برنامه و مواد درسی با نتایج برنامه - استفاده از روشها و فنون تدریس مناسب - وجود داشتن معیارهایی برای افزایش تحرک دانشجویان
	۲-۲- ارائه	- هماهنگی آموزش با برنامه ریزیهای انجام شده - مناسب بودن آموزشهای ارائه شده از نظر دانشجویان - مناسب بودن تجارب عملی بیرونی از نظر دانشجویان و استادان - رضایت بخش بودن نتایج مربوط به تحرک دانشجویان - خدمات پشتیبانی و مشاوره‌ای کافی به دانشجویان به منظور دستیابی بیشتر به نتایج یادگیری

<p>- طراحی آزمایشها، پروژهها و دیگر روشهای سنجش برای ارزشیابی میزان دستیابی دانشجویان به نتایج یادگیری در طول برنامه و در پایان آن</p> <p>- شفافیت و علنی بودن استانداردها و مقررات مربوط به سنجش عملکرد دانشجو</p>	<p>۳-۲- سنجش یادگیری</p>
<p>- تعداد کافی و ترکیب مناسب اعضای هیئت علمی و شایستگی و صلاحیت آنها</p> <p>- میزان فعالیتهای پژوهشی اعضای هیئت علمی (انتشارات، مشارکت در پروژههای تحقیقاتی، مشارکت در کنفرانسها و غیره)</p> <p>- انجام دادن فعالیتهای حرفهای و کار مشاوره‌ای اعضای هیئت علمی</p> <p>- تعداد کافی و ترکیب مناسب کارکنان اداری و فنی و شایستگی و صلاحیت آنها</p>	<p>۱-۳- اعضای هیئت علمی و کارکنان پشتیبانی</p>
<p>- کلاسهای درس و تجهیزات مرتبط کافی و در دسترس برای دانشجویان</p> <p>- امکانات کامپیوتری کافی و در دسترس برای دانشجویان</p> <p>- آزمایشگاهها، کارگاهها و تجهیزات مرتبط کافی و در دسترس دانشجویان</p> <p>- کتابخانه، تجهیزات و خدمات مرتبط کافی و در دسترس دانشجویان</p>	<p>۲-۳- امکانات</p>
<p>- منابع مالی و بودجه کافی برای فعالیت اعضای هیئت علمی و کارکنان پشتیبانی</p> <p>- منابع مالی و بودجه کافی برای اداره کردن و به روز کردن امکانات</p>	<p>۳-۳- منابع مالی</p>
<p>- منابع مالی و بودجه کافی برای کارآموزی</p> <p>- مشارکتها و توافق نامه‌های همکاری با صنعت در سطح محلی / منطقه‌ای / ملی / بین‌المللی</p> <p>- مشارکتها و توافق نامه‌های همکاری با مؤسسات پژوهشی در سطح محلی / منطقه‌ای / ملی / بین‌المللی</p> <p>- وجود داشتن برنامه‌ها، معیارها و توافق نامه‌های همکاری محلی / منطقه‌ای / ملی / بین‌المللی با دیگر مؤسسات آموزش عالی</p>	<p>۴-۳- مشارکتها</p>

<p>- پذیرش دانشجو با توجه به دانش و نگرشهای مورد نیاز برای دستیابی به نتایج برنامه در زمان مورد انتظار</p> <p>- هماهنگی مسیر پیشرفت دانشجویان با نتایج برنامه</p> <p>- تناسب سطوح یادگیری به دست آمده با نتایج برنامه</p> <p>- رضایت بخش بودن نرخهای موفقیت و زمان صرف شده برای کامل کردن برنامه</p>	<p>۴-۱- دانشجویان</p>	۴-سنجش فرایند آموزشی
<p>- پایین بودن زمان صرف شده برای اشتغال مرتبط با تحصیلات</p> <p>- وجود داشتن تناسب بین شغل و آموزش دریافت شده</p> <p>- نظر مناسب ذینفعان (دانش آموختگان، کارفرمایان و غیره) در خصوص آموزشها و میزان تحقق هدفها</p>	<p>۴-۲- دانش آموختگان</p>	
<p>- ساختار سازمانی و فرایندهای تصمیم‌گیری مناسب برای دستیابی به نتایج برنامه</p> <p>- وجود داشتن مقامهای مسئول برای اقدامات متنوع به منظور اداره و کنترل فرایند آموزشی</p> <p>- کاربرد مکانیسم‌های مؤثر برای هماهنگی فرایندهای تصمیم‌گیری، هم‌افقی و هم‌عمودی</p> <p>- وجود داشتن منابع اطلاعاتی معتبر برای تصمیم‌گیری</p>	<p>۵-۱- سازمان و فرایندهای تصمیم‌گیری</p>	۵-نظام مدیریت
<p>- وجود داشتن خط‌مشی و رویه‌های تضمین کیفیت در سطح مؤسسه و برنامه</p> <p>- وجود داشتن فرایند منظم و سیستماتیک برای بررسی، توسعه و بهبود مستمر برنامه مبتنی بر تحلیل فرایندهای ارائه آموزش و نتایج مربوط به دانشجویان و دانش آموختگان</p> <p>- وجود داشتن فرایند منظم، سیستماتیک و دوره‌ای برای بررسی مجدد نیازها، هدفها و نتایج، فرایند آموزشی، منابع و مشارکتها و نظام مدیریت</p>	<p>۵-۲- سیستم تضمین کیفیت</p>	

داده‌های جداول ۲، ۳ و ۴ و همچنین، بررسیهای مقایسه‌ای انجام شده در خصوص مدل‌های جهانی تضمین کیفیت و اعتباربخشی آموزش مهندسی [۲۱ و ۲۴] گویای نتایج زیر هستند:

- نتایج یادگیری در مدل CDIO نسبت به نتایج برنامه در دو مدل دیگر دیدگاه کامل‌تری را منعکس می‌سازد؛ یعنی در این مدل نتایج یادگیری بیشتر و مفصل‌تری برای آموزش مهندسی بیان شده است.



- معیارهای مطرح شده در مدل‌های ABET و EUR-ACE جامع‌تر هستند و شامل عناصری می‌شوند که در مدل CDIO نشان داده نشده‌اند، مانند معیارهای مرتبط با منابع مالی و خدمات پشتیبانی.
- معیارهای ABET و EUR-ACE بیشتر نشان‌دهنده چه چیزها هستند؛ یعنی آنها بیان می‌کنند چه باید تحقق یابد، اما استانداردهای CDIO بیشتر چگونگی؛ یعنی راه حلها را بیان می‌کنند.

سؤال دوم: با توجه به وجوه مشترک مدل‌های جهانی آموزش مهندسی چه استانداردها و الزاماتی را می‌توان برای تضمین کیفیت و اعتباربخشی برنامه‌های آموزش مهندسی در کشور ایران در نظر گرفت؟

با تحلیل محتوای معیارها و الزامات مطرح شده در مدل‌های جهانی آموزش مهندسی، وجوه مشترک آنها به‌عنوان معیارها و الزامات تضمین کیفیت و اعتباربخشی برنامه‌های آموزش مهندسی در کشور ایران در نظر گرفته شد که در قالب هشت دسته استاندارد شامل هدفها و نتایج برنامه، برنامه درسی، اعضای هیئت علمی، منابع مالی و خدمات پشتیبانی، فضا و امکانات آموزشی، فرایند تدریس و یادگیری، دانشجویان و سنجش و ارزشیابی طبقه بندی شدند که در جدول ۵ به تفکیک ارائه شده‌اند.

جدول ۵: استانداردهای تضمین کیفیت برنامه‌های آموزش مهندسی در کشور ایران

طبقه	استانداردها
۱- هدفها و نتایج برنامه	۱-۱- تأکید همزمان آموزش مهندسی بر علم و عمل حرفه‌ای
	۱-۲- تعیین هدفهای آموزشی متناسب با مأموریت دانشگاه و نیازهای ذینفعان
	۱-۳- وجود داشتن هدفهای آموزشی و نتایج یادگیری مشخص و دقیق در برنامه
	۱-۴- تأکید نتایج برنامه بر دانش، مهارتها و نگرشهای مورد نیاز مهندسان
	۱-۵- هماهنگی نتایج برنامه با هدفهای آموزشی
۲- برنامه درسی	۲-۱- هماهنگی برنامه درسی و اجزای آن با هدفها و نتایج برنامه
	۲-۲- تلفیق دانش، مهارتها و نگرشهای مورد نیاز مهندسان در برنامه درسی
	۲-۳- تلفیق علم، فناوری، مهندسی و ریاضیات در برنامه درسی
	۲-۴- وجود داشتن تجارب طراحی - اجرا در برنامه درسی
	۲-۵- تناسب موضوعهای درسی با دانش، مهارتها و نگرشهای مورد نیاز مهندسان

### ۳۸ استانداردهای تضمین کیفیت آموزش مهندسی در ایران: رویکردی جهانی

۱-۳- تعداد کافی و ترکیب مناسب اعضای هیئت علمی برای پوشش دادن تمام حیطه‌های برنامه درسی	
۲-۳- سطح مناسب دانش پژوهی اعضای هیئت علمی	۳- اعضای هیئت علمی
۳-۳- توانایی در زمینه دانش، مهارت‌ها و نگرشهای مورد نیاز مهندسان	
۴-۳- توانایی در زمینه تدریس، یادگیری و سنجش فعالیت‌های دانشجویان	
۵-۳- ارتباط داشتن با صنعت و انجمن‌های حرفه‌ای	
۱-۴- موجود بودن منابع مالی کافی برای جذب، حفظ و توسعه حرفه‌ای اعضای هیئت علمی	
۲-۴- موجود بودن منابع مالی کافی برای اداره کردن و به روز کردن امکانات و تجهیزات برنامه	۴- منابع مالی و خدمات پشتیبانی
۳-۴- وجود داشتن پشتیبانی سازمانی و پرسنلی مناسب برای برآوردن نیازهای برنامه	
۱-۵- تناسب فضای آموزشی با یادگیری عملی و تجربی	
۲-۵- تجهیز فضای آموزشی با ابزارهای ضروری و مدرن مهندسی	
۴-۵- وجود داشتن خدمات اطلاعاتی و کامپیوتری مناسب و به روز	۵- فضا و امکانات آموزشی
۵-۵- در دسترس بودن فضا و امکانات برای فعالیت اعضای هیئت علمی و دانشجویان	
۱-۶- تأکید بر علم و عمل مهندسی در فعالیت‌های یادگیری	
۲-۶- وجود داشتن فعالیت‌های یادگیری متناسب با نیازهای صنعت و جامعه	۶- فرایند تدریس - یادگیری
۳-۶- استفاده از روش‌های تدریس و یادگیری فعال و تجربی	
۱-۷- پذیرش دانشجو متناسب با ماهیت و شرایط رشته‌های مهندسی	
۲-۷- مشاوره به دانشجویان در زمینه‌های تحصیلی و شغلی	۷- دانشجویان
۳-۷- نظارت بر پیشرفت دانشجویان در راستای دستیابی به هدفها و نتایج برنامه	
۱-۸- سنجش یادگیری دانشجویان بر اساس کلیه هدفها و نتایج برنامه	
۲-۸- تعیین پیشرفت تحصیلی دانشجویان بر اساس روشها و داده‌های پایا و معتبر	
۳-۸- ارزشیابی برنامه‌های آموزش مهندسی با گردآوری داده‌ها از ذینفعان مختلف	۸- سنجش و ارزشیابی
۴-۸- اصلاح و بهبود مستمر برنامه‌های آموزش مهندسی بر اساس نتایج ارزشیابی‌های انجام شده	

این استانداردها و الزامات به نحوی انتخاب و دسته بندی شده‌اند که از یک سو متناسب با مدل‌های جهانی آموزش مهندسی و از سوی دیگر، متناسب با ماهیت برنامه‌های آموزش مهندسی در کشور ایران باشند.

#### ۴. نتیجه گیری

با بررسی پیشینه و جستجو در پایگاههای اطلاعاتی سه مدل جهانی در خصوص تضمین کیفیت و اعتباربخشی آموزش مهندسی شامل مدل اعتباربخشی مهندسی و تکنولوژی آمریکا (ABET)، مدل تصور، طراحی، اجرا و بهره‌برداری (CDIO) و مدل مهندس اعتباریافته اروپا (EUR-ACE) مشخص شد. هر کدام از این مدلها معیارها و استانداردهای کم و بیش مشابهی را برای تضمین کیفیت و اعتباربخشی آموزش مهندسی مورد تأکید قرار داده‌اند که بررسی این معیارها و استانداردها بیانگر نتایج زیر است:

- از آنجا که این مدلها به عنوان مدلهای مبتنی بر نتایج شهرت دارند، هدفها و نتایج برنامه جزو اولین معیارها و استانداردها در این مدلها به شمار می‌رود؛
- معیارها و استانداردها نشان دهنده جنبه‌های مختلف برنامه هستند تا مؤسسه، زیرا در این مدلها تأکید ویژه‌ای بر تضمین کیفیت و اعتباربخشی برنامه‌های آموزش مهندسی می‌شود؛
- در هر کدام از این مدلها به نحوی بر اهمیت ارزشیابی و بهبود مستمر برنامه‌های آموزش مهندسی در فرایند تضمین کیفیت و اعتباربخشی تأکید شده است؛
- اعضای هیئت علمی، فضا و امکانات از جمله معیارها و استانداردهای مهم در این مدلها به‌شمار می‌روند.

برای برآوردن معیارها و دستیابی به نتایج برنامه‌های آموزش مهندسی الزاماتی در مدلهای جهانی مطرح شده است که این الزامات دامنه شمول هر معیار و استاندارد را نشان می‌دهند و مبنای طراحی، اجرا و ارزشیابی برنامه‌های آموزش مهندسی قرار می‌گیرند. در این پژوهش ضمن معرفی این الزامات در خصوص هر مدل، وجوه مشترک آنها تعیین شد و در قالب هشت دسته استاندارد شامل هدفها و نتایج برنامه، برنامه درسی، اعضای هیئت علمی، منابع مالی و خدمات پشتیبانی، فضا و امکانات آموزشی، فرایند تدریس و یادگیری، دانشجویان و سنجش و ارزشیابی طبقه‌بندی شدند که می‌توان از آنها برای تضمین کیفیت و اعتباربخشی برنامه‌های آموزش مهندسی در کشور ایران استفاده کرد، به نحوی که بتوان به ارائه آموزش مهندسی با کیفیت در سطح ملی و فراملی اقدام کرد.

از آنجا که این استانداردها بر اساس مدلهای جهانی آموزش مهندسی تعیین شده‌اند، کاربرد آنها در برنامه‌های آموزش مهندسی کشور مستلزم توجه به فرهنگ اسلامی و ایرانی حاکم بر جامعه است که ارزش افزوده آن همانا غنای کیفیت و رضایت دریافت کنندگان خدمات آموزشی خواهد بود. بنابراین، تناسب این استانداردها با نظام آموزش مهندسی در کشور ایران باید توسط متخصصان و صاحبان نظران کشور بررسی شود.

## مراجع

1. Cheng, Y. C. (2005), *New Paradigm for reengineering education: Globalization, localization and individualization*, Netherlands: Springer.
2. Cheng, Y. C. (2002), "New paradigm of borderless education: Challenges, strategies, and implications for effective education through localization and internationalization", *The International Conference on Learning & Teaching*, 14-16 October.
۳. صالح اولیاء، محمد (۱۳۷۷)، "مدیریت کیفیت جامع (TQM) و جایگاه آن در آموزش عالی"، *فصلنامه پژوهش و برنامه‌ریزی در آموزش عالی*، سال ششم، شماره ۴، صص. ۴۸-۲۵.
۴. مطهری نژاد، حسین و احمدی ده قطب الدینی، محمد (۱۳۸۶)، "ارزیابی درونی کیفیت گروه‌های آموزشی دانشگاه آزاد اسلامی: نمونه موردی گروه آموزش ابتدایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد انار"، *فصلنامه مدیریت پژوهشگر*، سال چهارم، شماره ۸، صص. ۸۸-۷۳.
۵. سالیس، ادوارد (۱۳۸۰)، *مدیریت کیفیت فراگیر در آموزش*، ترجمه سیدعلی حدیقی، تهران: نشر هوای تازه.
۶. بازرگان، عباس (۱۳۸۰)، *ارزیابی آموزشی: مفاهیم، الگوها و فرآیند عملیاتی*، تهران: انتشارات سمت.
۷. بازرگان، عباس (۱۳۹۰)، "نقش فرهنگ کیفیت در دستیابی به عملکرد مطلوب گروه‌های آموزشی دانشگاهی"، پنجمین همایش ارزیابی کیفیت در نظام دانشگاهی، دانشگاه تهران: پردیس دانشکده‌های فنی، اردیبهشت.
۸. بازرگان، عباس (۱۳۸۶)، "ارزیابی مستمر برای بهبود کیفیت دانشگاهی: نگاهی به دو دهه تجربه در نظام آموزش عالی ایران"، *مجموعه مقالات دومین همایش ارزیابی درونی کیفیت دانشگاهی*، تهران: انتشارات سازمان سنجش آموزش کشور.
۹. بازرگان، عباس و اسحاقی، فاخته (۱۳۸۷)، "تحلیل فرآیند هدف‌گذاری در ارزیابی درونی کیفیت گروه‌های آموزشی دانشگاهی: مطالعه موردی"، *فصلنامه مطالعات تربیتی و روان‌شناسی*، سال نهم، شماره ۱، صص. ۷۲-۵۷.
10. Patil, A. and Codner, G. (2007), "Accreditation of engineering education: Review, observations and proposal for global accreditation", *European Journal of Engineering Education*, Vol. 32, No. 6, PP. 639-651.

حسین مطهری نژاد، نادرقلی قورچیان، پروش جعفری و محمود یعقوبی ٤١

11. Moubayed, N., Bernard M. and Jammal, A. (2009), "A survey of engineering education in developing countries: The Lebanese Case", *WSEAS Transactions on Advances in Engineering Education*, No. 6, PP. PP. 430-441.
12. Natarajan, R. (2000), "The role of accreditation in promoting quality assurance of technical education", *International Journal of Engineering Education*, Vol. 16, No. 2, pp. 85-96.
13. Payzin, A. E. and Aran, A. (2007), "International developments on accreditation of engineering education and the case for Turkey", Available at: [http://www.mudek.org.tr/doc/sun/20071002\(Payzin+Aran-GCEE07-paper\).pdf](http://www.mudek.org.tr/doc/sun/20071002(Payzin+Aran-GCEE07-paper).pdf) (accessed 1.23.2010).
14. Memon, J. A., Demirdogen, R. E. and Chowdhry, B. S. (2009), "Achievements, outcomes and proposal for global accreditation of engineering education in developing countries", *Procedia Social and Behavioral Sciences*, Vol. 1, pp. 2557-2561.
15. Augusti, G. (2006), "Transnational recognition and accreditation of engineering educational programs in Europe: Perspectives in a Global Framework", *European Journal of Engineering Education*, Vol. 31, No. 3, pp. 249-260.
16. Augusti, G. (2007), "accreditation of engineering programs: European perspectives and challenges in a global context", *European Journal of Engineering Education*, Vol. 32, No. 3, pp. 273-283.
17. Phillips, W. M., Peterson G. D. and Aberle, K. B. (2000), "Quality assurance for engineering education in a changing world", *International Journal of Engineering Education*, Vol. 16, No. 2, pp. 97-103.
18. ABET, "Criteria for accrediting engineering programs: effective for evaluations during the 2010-2011 accreditation cycle", Available at: <http://www.abet.org/Linked%20Documents-PDATE/Criteria%20and%20PP/E001%2010-11%20EAC%20Criteria%201-27-10.pdf> (accessed 9.28.2010), 2009.
19. Berggren, K., Brodeur, D., Crawley, E. F., Ingemarsson, I., Litant, W. T. G., Malmqvist J. and Östlund, S. (2003), "CDIO: An international initiative for reforming engineering education", *World Transactions on Engineering and Technology Education*, Vol. 2, No.1, pp. 49-53.
20. Brodeur, D. R. and Crawley, E. F. (2005), "Program evaluation aligned with the CDIO Standards", *Proceedings of the 2005 American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition*.

21. Crawley, E. F., Malmqvist, J., Ostlund S. and Brodeur, D. (2007), *Rethinking Engineering Education: The CDIO Approach*, New York: Springer.
22. Bankel, J. et al. (2005), “benchmarking engineering curricula with the CDIO syllabus”, *International Journal of Engineering Education*, Vol. 21, No. 1, pp. 121-133.
23. Campbell, D., Beck, H., Buisson, D. and Hargreaves, D. (2009), “Addressing challenges for internationalization and mobility in engineering through CDIO standards”, 20th Australasian Association for Engineering Education Conference, University of Adelaide, 6-9 December.
24. Malmqvist, J. (2009), “A Comparison of the CDIO and EUR-ACE quality assurance systems”, *Proceedings of the 5th International CDIO Conference, Singapore Polytechnic*, Singapore, 7-10 June.
25. ENAEE, (2008), “EUR-ACE Framework standards for the accreditation of engineering programs”, Available at: [http://www.feani.org/webenaee/pdf/EUR-ACE\\_Framework\\_Standards\\_20110](http://www.feani.org/webenaee/pdf/EUR-ACE_Framework_Standards_20110)

