کمیسیون ملی یونسکو- ایران
United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
Iranian National Commission for UNESCO

آینده نگری و باز اندیشی در آموزش مهندسی ایران

دکتر حسین معماریان
استاد دانشکده فنی دانشگاه تهران و رئیس کرسی یونسکو در آموزش مهندسی
Memarian@ut.ac.ir

چکیده

آموزش عالی ایران در طول چند دهه گذشته سال‌های پر فراز و نشیبی را پشت سر گذارده است. در طول دهه هشتاد شمسی تعداد دانشجویان کشور به‌سرعت افزایش یافت. در طی این مدت متوسط نرخ رشد سالیانه دانشجویان ۹/۸٪ بوده است. در همین مدت، رشد تعداد دانشجویان در گروه فنی و مهندسی به‌مراتب بیشتر و سالیانه ۱۳/۴٪ بوده است. حاصل این امر افزایش قابل توجه سهم دانشجویان مهندسی، در آموزش عالی کشور بوده است. بر طبق آماری که در سال ۲۰۱۵ میلادی منتشر شده است ایران پس از روسیه و آمریکا سومین کشور از نظر تعداد دانش‌آموختگان مهندسی است.

در سال‌های اخیر، و با گذر تدریجی حباب جمعیتی دهه‌های اخیر از مانع کنکور، تعداد متقاضیان این آزمون به تدریج کاهش یافته است. روند کاهشی متقاضیان کنکور، به‌ویژه متقاضیان گروه فنی و مهندسی، می‌تواند هشداری برای مراکز آموزش مهندسی کشور باشد. پدیده صندلی‌های خالی، که در سال‌های اخیر در چند دانشگاه خودنمایی کرده است، می‌رود تا به‌تدریج در دیگر مراکز آموزش عالی مهندسی نیز خود را به‌صورتی نشان دهد. در فردایی نه چندان دور متقاضیان آموزش عالی به‌تدریج امکان انتخاب بیشتری خواهند داشت. در چنین شرایطی دو عامل کیفیت بهتر آموزش‌های ارایه شده و هزینه کمتر آن آموزش‌ها، جزو اولویت‌هایی خواهند بود که مورد توجه قرار خواهند گرفت.

در یکی دو دهه گذشته آموزش مهندسی در سطح جهان، تحولات زیادی را پشت سر گذارده و ملاک‌های مشخصی برای یک آموزش مهندسی استاندارد پیشنهاد شده است. امروزه، مراکز آموزش مهندسی پیشرو، برنامه‌های آموزشی خود را به‌گونه ای عرضه می‌نمایند که دانش‌آموختگانی توانا برای ورود به بازار کار مهندسی، در سطح ملی و بین‌المللی به‌دست دهد. در چنین شرایطی است که ارتقای کیفیت برنامه‌های آموزشی کشور، در اولویت قرار می‌گیرد. یکی از در دسترس‌ترین روش‌ها برای آگاهی از نقاط قوت و ضعف برنامه‌های آموزشی و ارتقای کیفیت آن، گذر موفقیت از فرایند ارزشیابی است؛ که به توجه به ملاک‌ها و استانداردهای مورد قبول جهانی، تدوین شده است. مراکز آموزش مهندسی که این فرصت را از دست بدهند به تدریج با مشکلات متعددی، از جمله افزایش پدیده صندلی‌های خالی، و یا متقاضیان با پیشینه علمی ضعیف‌تر، روبرو خواهند شد.

کلید واژه ها: آموزش مهندسی، آینده نگری، ارتقای کیفیت، ارزشیابی، استانداردهای آموزش مهندسی، CDIO، ایران.

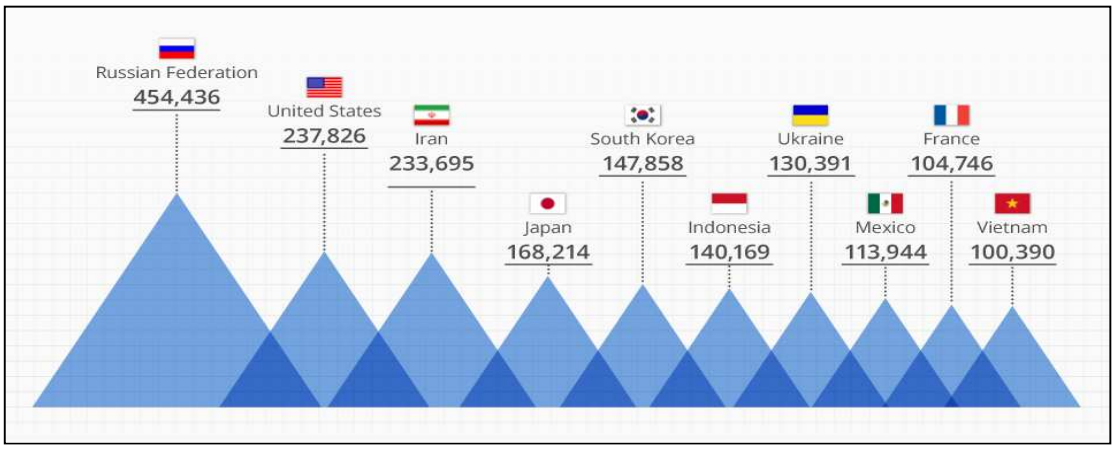
۱. مقدمه

آموزش عالی ایران در طول چند دهه گذشته سال‌های پر فراز و نشیبی را پشت سر گذارده است. در طول دهه هشتاد شمسی تعداد دانشجوبان آموزش عالی کشور به‌سرعت افزایش یافت. در طی این مدت متوسط نرخ رشد سالیانه دانشجویان کشور ۹/۸٪ بوده است. در همین مدت، رشد تعداد دانشجویان در گروه فنی و مهندسی به‌مراتب بیشتر و سالیانه ۱۳/۴٪ بوده است. حاصل این امر افزایش سهم دانشجویان مهندسی در آموزش عالی بوده است. در سال تحصیلی ۸۱-۸۰، حدود ۲۳٪ دانشجویان

کشور در گروه فنی و مهندسی به‌تحصیل اشتغال داشته اند. این در حالی است که این تعداد در سال ۹۲-۹۱ به میزان ۳۳٪ افزایش یافته است [۱].

بر طبق آماری که در سال ۲۰۱۵ میلادی منتشر شده است ایران پس از روسیه و آمریکا سومین کشور از نظر تعداد دانش‌آموختگان مهندسی بوده است (شکل ۱) [۲][1].

۱. روسیه با ۱۴۶ میلیون جمعیت تعداد ۴۵۴۴۳۶ دانش‌آموخته مهندسی
۲. آمریکا با ۳۲۲ میلیون جمعیت تعداد ۲۳۷۸۲۶ دانش‌آموخته مهندسی
۳. ایران با ۷۹ میلیون جمعیت تعداد ۲۳۳۶۹۵ دانش‌آموخته مهندسی
۴. ژاپن با ۱۲۸ میلیون جمعیت تعداد ۱۶۸۲۱۴ دانش‌آموخته مهندسی



شکل ۱. آمار کشورهای با بیشترین دانش آموختگان مهندسی [۲].

آموزش عالی در ایران توسط مراکز مختلفی عرضه می‌شود. درصد توزیع دانشجویان در زیر نظام‌های دانشگاهی مختلف، در سال تحصیلی ۹۴-۹۳ در شکل ۲ فراهم آمده است[۱]. همانگونه که در این شکل دیده می‌شود وزارت علوم و آموزش عالی، که آموزش رایگان را ارایه می دهد، تنها کمتر از ۱۴٪ دانشجویان کشور را تحت پوشش دارد.

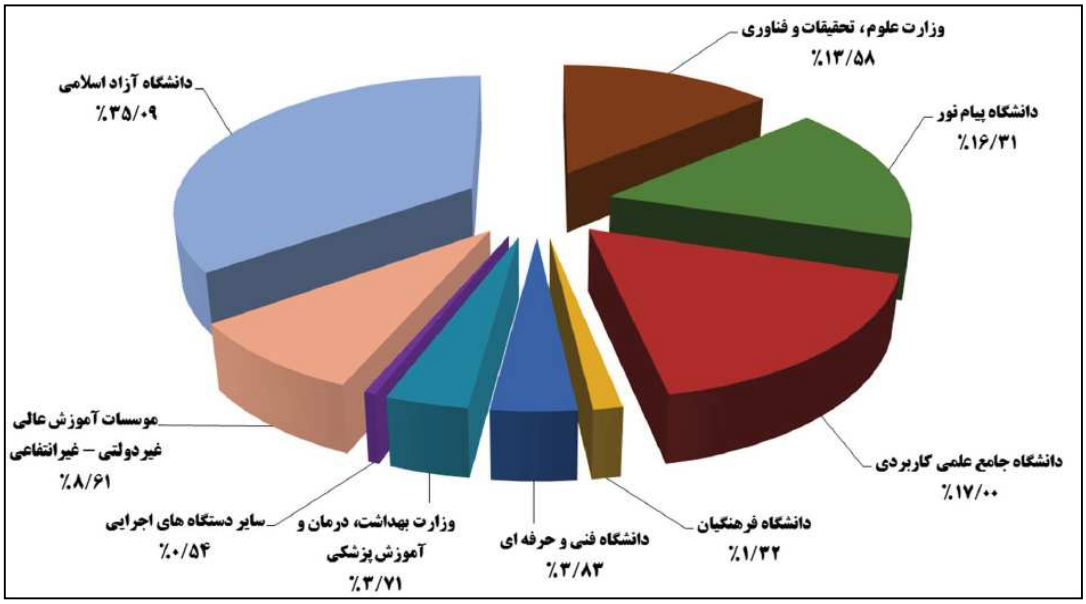
در سال‌های اخیر، و با گذر تدریجی حباب جمعیتی دهه‌های اخیر از مانع کنکور، تعداد متقاضیان این آزمون از سال ۱۳۸۲ به‌تدریج کاهش یافت. به‌نحوی که تعداد داوطلبان کنکور سراسری سال ۹۴، مانند چند سال قبل از خود، کاهش داشت و ۱۴/۶٪ کمتر از سال ۹۳ بوده است. کاهش تدریجی تعداد داوطلبان کنکور سراسری، خود به خود هدف حذف کنکور را قابل دسترس‌تر کرده است.

آزمون کنکور در ایران در چند گروه مختلف (علوم ریاضی و فنی، علوم تجربی، علوم انسانی، زبانهای خارجی و هنر) برگزار می‌شود. بررسی‌ها نشان می‌دهد که تغییر تعداد داوطلبان کنکور در همه گروه ها یکسان نبوده است. به‌عنوان مثال، در طی پنج سال، یعنی در فاصله سالهای ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۴ تعداد شرکت کنندگان کنکور در گروه ریاضی و فنی از ۲۶۰۸۷۳ نفر به‌تدریج کاهش یافته و به ۱۸۱۸۴۶ نفر رسیده است. این در حالی است که تعداد شرکت کنندگان گروه علوم تجربی در همین مدت از ۴۵۱۰۲۸ به ۴۹۸۸۲۲ افزایش یافته است. علل مختلفی را برای کاهش داوطلبان فنی و مهندسی کنکور می توان تصور کرد [۳]:

- گسترش کمّی بی‌رویه آموزش مهندسی به ویژه در در دانشگاه‌های پیام نور و آزاد
- آمارهای سالهای اخیر در مورد میزان بالای بیکاری دانش‌آموختگان فنی و مهندسی
- افزایش جاذبه رشته‌های گروه پزشکی، به‌ویژه پس از معرفی طرح پزشک خانواده
- ...

[1] در این بررسی آمار سال ۲۰۱۵ تعداد ۱۲۴ کشور (بدون در نظر گرفتن چین و هند)، استفاده شده است.

پدیده کاهش اقبال دانش‌آموزان به‌تحصیل در رشته‌های فنی و مهندسی در کشورهای غربی نیز، در یکی دو دهه قبل خودنمایی کرد. تا حدی که فرهنگستان مهندسی آمریکا پیشنهادات خود را برای برون رفت از این مشکل، در سال‌های آغازین قرن میلادی حاضر به‌صورت‌های مختلف، از جمله در کتابی تحت عنوان "آموزش مهندسی از کودکستان تا کلاس دوازده"، منتشر نمود.



شکل ۳. آمار توزیع دانشجویان به تفکیک نوع دستگاه اجرایی در سال تحصیلی ۹۳-۹۴ [۱].

روند کاهشی متقاضیان کنکور در ایران، به‌ویژه متقاضیان گروه فنی و مهندسی، می‌تواند هشداری برای مراکز آموزش مهندسی کشور باشد. پدیده صندلی‌های خالی، که در سال‌های اخیر در چند دانشگاه خودنمایی کرده است، می‌رود تا به‌تدریج در دیگر مراکز آموزش عالی مهندسی نیز خود را به‌صورتی نشان دهد. اقبال کمتر به‌آموزش مهندسی، در کنار افزایش صندلی خالی درگروهی از دانشگاه ها، با کاهش میزان نام نویسی دانشجویان نخبه در دانشگاه های برتر همراه خواهد بود. در فردایی نه چندان دور دانش‌آموزان و والدین آنها به‌تدریج امکان انتخاب بیشتری خواهند داشت. در چنین شرایطی دو عامل کیفیت بهتر آموزش‌های ارایه شده و هزینه کمتر آن آموزش‌ها، جزو اولویت‌هایی خواهند بود که مورد توجه قرار خواهند گرفت. نظر به‌اینکه در حال حاضر، در صد به‌نسبت کمی از آموزش مهندسی کشور به‌صورت رایگان عرضه می‌شود، نقش کیفیت آموزش در انتخاب متقاضیان پررنگ‌تر خواهد بود. در چنین فردایی، بیشتر متقاضیان تحصیلات دانشگاهی مهندسی مراکزی را برای ادامه تحصیل انتخاب خواهند کرد که آینده کاری بهتری را برای آنها رقم بزنند. و در همین راستا به‌دنبال مراکزی خواهند بود که به‌گونه‌ای کیفیت آموزش‌های ارایه شده در آنها مورد تایید قرار گرفته باشد.

به‌نظر می‌رسد که زمان آن فرا رسیده است که برنامه ریزان و مدیران مراکز عرضه کننده آموزش عالی مهندسی کشور به دنبال ایجاد جاذبه‌هایی در خور برای آموزش‌های ارایه شده خود باشند. یکی از در دسترس‌ترین این جاذبه‌ها گذر موفقیت آمیز از فرایند ارزشیابی است، که برنامه‌های آموزشی را در مقایسه با استانداردهای مورد قبول جهانی ارزیابی می‌کند. چنین به نظر میرسد که مراکزی که این فرصت را از دست بدهند به تدریج با مشکلات متعددی، از جمله افزایش پدیده صندلیهای خالی، و یا متقاضیان با پیشینه علمی ضعیف‌تر، روبرو خواهند بود. در این مقاله ضمن تشریح فشرده فرایند ارزشیابی، کاستی های برنامه های آموزش مهندسی ایران برای گذر موفقیت آمیز از فرایند ارزشیابی مورد بحث قرار گرفته است. در ادامه، الگویی حاوی ۱۲ استاندارد برای ارتقای برنامه های آموزش مهندسی کشور و همخوانی آن با آموزشهای پیشرفته در جهان، عرضه شده است.

۲. ارزشیابی آموزش مهندسی

ارزشیابی[۲] برنامه‌های منتهی به‌مدرک دانشگاهی، در واقع ارائهٔ گواهی‌نامه‌ای به‌این برنامه‌ها است. این گواهی‌نامه می‌تواند؛ به‌منظور ارزیابی کیفیت برنامه و میزان دستیابی آن به‌هدف‌ها و استانداردهای آموزشی تایید شده باشد. نتیجه ارزشیابی می‌تواند توسط موسسهٔ ارایه کنندهٔ برنامه، دانشجویان کنونی و آینده برنامه، کارفرماهای دانش‌آموختگان آن، و نهادهای دولتی؛ مورد استفاده قرارگیرد. ارزشیابی به‌دنبال رتبه‌بندی برنامه‌های آموزش مهندسی نیست، بلکه اطمینان از دستیابی آنها به‌حداقل ملاک‌های در نظر گرفته شده برای یک برنامهٔ آموزش مهندسی است [۴].

در برداشت تازه‌ای از ارزشیابی، که در ابتدای قرن حاضر ارایه شد و به‌سرعت گسترش یافت، به‌جای ارزیابی آنچه دانشگاه عرضه می‌کند (اساتید، روش تدریس، آزمایشگاه ها، کتابخانه و ...)؛ تمرکز به دستاوردها[۳]، یعنی آنچه دانشجویان کسب کرده‌اند، معطوف شد. به‌این منظور حداقل دستاوردهای یک برنامهٔ آموزش مهندسی تدوین گردید. برای قضاوت در مورد میزان دستیابی دانشجویان به‌دستاوردهای مورد نظر، روش‌های ارزیابی درونی[۴] یا خودارزیابی (توسط موسسهٔ آموزشی) و ارزیابی بیرونی[۵] (توسط نهادهای ارزشیابی مستقل)، توسعه یافت.

در طی دو دههٔ گذشته، سازمان‌های ارزشیابی در کشورهای مختلف تشکیل شدند و ارزشیابی برنامه‌های آموزشی به‌عنوان رکنی مهم در آموزش مهندسی، مورد شناسایی قرارگرفت. سازمان‌های ارزشیابی برنامه‌های آموزش مهندسی معمولا نهادهایی مستقل و متکی بر کار داوطلبانه هستند. به‌دنبال تثبیت ارزشیابی در سطح ملی، اقداماتی برای ایجاد هماهنگی بین ارزشیابی‌های انجام‌گرفته در کشورهای مختلف، صورت گرفت؛ تا به‌این وسیله تحرک مهندسان در خارج از مرزهای ملی، چه برای ادامهٔ تحصیل و چه برای اشتغال به‌حرفهٔ مهندسی، افزایش یابد. امروزه تفاهم‌نامه‌های شناسایی متقابل متعددی در بین کشورها و نهادهای مختلف در زمینه‌های گوناگون آموزش مهندسی، به‌ویژه ارزشیابی آن، منعقد شده است. یک تفاهم نامه شناسایی متقابل، پیمانی است که طی آن دو یا تعدادی از نهادهای ارزشیابی توافق می‌کنند تا ارزشیابی‌های برنامه‌های آموزش مهندسی را، که توسط اعضای پیمان صورت گرفته، مورد پذیرش قراردهند. در سه دههٔ گذشته چندین تفاهم‌نامه از این دست به‌امضا رسیده است.

توجه به‌ارزشیابی برنامه‌های آموزش مهندسی از سال‌های پایانی قرن گذشت به‌تدریج افزایش یافت و با ارایه ملاک‌های جدید ارزیابی توسط ابت در طلیعه قرن جدید، که به EC2000 معروف شد، به‌سرعت گسترش یافت [۴، ۵، ۶، ۷]. در طول دههٔ گذشته کشورهای بسیاری ارزشیابی را در دستورکار خود قرار داده و با تاسیس نهادهای مستقل، به‌این امر مهم پرداختند. مرور سازوکار ارزشیابی در کشورهای مختلف نشان می‌دهد که یک سمت‌گیری جهانی برای همگراشدن هرچه بیشتر ارزشیابی‌ها در دست اقدام است. زمینه‌های همگرایی و نقاط اشتراک ارزشیابی در کشورهای مورد بررسی را به‌نحو زیر می‌توان خلاصه کرد:

- فرایند **ارزشیابی** معمولا از دو بخش مجزای ارزیابی درونی و بیرونی، تشکیل یافته است.
- ارزیابی درونی یا خودارزیابی، توسط موسسه آموزشی صورت می‌گیرد.
- ارزیابی بیرونی توسط گروه ارزیابی نهاد ارزشیابی، انجام می‌شود.
- سازمان‌های مسئول ارزشیابی به‌طور معمول موسساتی غیردولتی هستند.
- ارزشیابی توسط این سازمان ها عمدتا بر کار داوطلبانه استوار است.
- ارزیابان متخصصان رشته مربوطه از دانشگاه و صنعت اند.

[2] accreditation
[3] outcomes
[4] internal assessment (self-assessment)
[5] external assessment

- ارزشیابی بیشتر برتضمین کیفیت برنامه‌های آموزشی متمرکز است.
- ارزشیابی با توجه به‌ملاک‌های از پیش تعیین شده، صورت می‌گیرد.
- بار اصلی فرایند ارزشیابی بر دوش انجمن‌های‌حرفه‌ای است.
- ارزشیابی، برمبنای دستاوردهای برنامه، یعنی توانایی‌های کسب شده توسط دانشجویان، است.
- تایید مجدد ارزشیابی وابسته به بهبود برنامه در فاصله دو ارزشیابی است.
- توافق‌نامه‌های دو یا چند جانبه متعددی، برای شناسایی متقابل ارزشیابی ها امضا شده است.
- ملاک‌ها، رویه‌ها و سازوکار ارزشیابی، به‌سرعت به‌سمت جهانی‌شدن به‌پیش می‌رود.

به‌همین ترتیب می‌توان تشابه زیادی را در مورد دستاوردهای در نظر گرفته شده برای یک برنامه آموزش مهندسی، مشاهده کرد. در دهۀ گذشته اقدامات متعددی جهت امضای موافقت‌نامه‌های دو یا چند جانبه و ایجاد پیمان‌های بی‌المللی در زمینۀ ارزشیابی آموزش مهندسی، صورت گرفته است [۴ و ۸]. پیمان‌های واشنگتن، سیدنی و دوبلین سه توافق‌نامۀ چند جانبه‌ای است که بین سازمان‌های مسئول ارزشیابی کیفیت آموزش دانشگاهی مهندسی، منعقد شده است.

پیمان واشنگتن در سال ۱۹۸۹ میلادی برقرار شد. این پیمان جهت شناسایی هم‌ارزی برنامه‌های ارزشیابی شده آموزش کارشناسی مهندسی‌حرفه‌ای، منعقد شده است. پیمان واشنگتن توافق‌نامه‌ای بین نهادهای مسئول ارزشیابی برنامه‌ها، در کشورهای امضا کننده پیمان است. این پیمان تنها در مورد برنامه‌های کارشناسی چهارساله است [۴و ۷]. امضا کنندگان این پیمان؛ به‌دنبال بررسی فرایندها، ملاک‌ها، و رویه‌های اعطای ارزشیابی به‌برنامه‌های آموزش مهندسی یکدیگر، تشابه و هم‌ارزی قابل توجه بین آنها را تایید کرده‌اند. در نتیجه، تصمیمات گرفته شده توسط یک عضو در مورد ارزشیابی، مورد تایید دیگر اعضا نیز می‌باشد. این گروه به‌طور مستمر اطلاعات و یافته‌های مربوط به‌ارزشیابی را با یکدیگر مبادله می‌کنند [۸]. پیمان واشنگتن فهرست ۱۲ شایستگی مورد انتظار از یک دانش آموخته مهندسی را منتشر کرده است.

در ایران، ارزشیابی مستقل برنامه‌های آموزش مهندسی، به‌صورتی که در دنیا انجام می‌شود، تاکنون رایج نبوده است. به‌دنبال تاسیس انجمن آموزش مهندسی ایران در سال ۱۳۸۸، ایجاد سازوکاری ملی جهت ارزشیابی برنامه‌های آموزش مهندسی در دستورکار قرارگرفت. به‌این منظور، با تشکیل هیئت موسس سازمان ارزشیابی آموزش مهندسی ایران در سال ۱۳۸۹، اولین قدم در این راه برداشته شد. وظیفه اصلی این سازمان ارزشیابی برنامه‌های آموزش مهندسی ایران، در نظر گرفته شده است. موسسه ارزشیابی آموزش مهندسی ایران در طی چند سال گذشته، به دنبال تهیه سازوکار و ملاک‌های لازم برای ارزیابی درونی و برونی برنامه‌های آموزش مهندسی، الگوی تهیه شده را بروی چند برنامه آموزش مهندسی، در دانشگاه شریف و دانشکده فنی دانشگاه تهران، به‌اجرا در آورد. برنامه‌ریزی آموزش مهندسی در ایران، در سه دهۀ گذشته، حالتی متمرکز داشته و در نتیجه ساختار و محتوی برنامه‌ها در موسسات آموزشی مختلف کم و بیش مشابه است. از اینرو، بررسی یک برنامه آموزشی در یکی دو دانشگاه و تعیین نقاط قوت و ضعف آنها، در ارتباط با ملاک‌ها و دستاوردهای موردنظر، می‌تواند تاحدی وضعیت کلی برنامه‌های آموزش مهندسی کشور و نقاط قوت و ضعف آنرا مشخص نماید.

۳. کاستی‌های برنامه‌های آموزش مهندسی ایران

پیشنیاز هر اقدامی برای ارتقاء آموزش مهندسی در ایران شناسایی کاستی‌های کنونی آن است. طراحی یک برنامه آموزشی روزآمد، تنها یکی از عوامل موثر در موفقیت یک دوره آموزشی است. انتخاب دانشجویان مناسب، اساتید کارآمد و دلسوز، امکانات آموزشی و آزمایشگاهی بایسته، منابع مالی کافی، و مدیریت موثر، از دیگر عوامل تاثیرگذار در موفقیت یک برنامه آموزشی‌اند. موفقیت هر برنامه آموزش مهندسی مستلزم دستیابی به‌سطح قابل قبولی از هر یک از این ملاک‌های تاثیرگذار است. پیش‌نیاز هر اقدامی در جهت ارتقاء یک برنامه آموزش مهندسی، شناسایی کمبودهای احتمالی آن است. روشی کارآمد

جهت ارزیابی برنامه و تعیین کاستی‌های آن، بررسی شایستگی‌های دانش آموختگان در ارتباط با نیازهای صنعت است. این شایستگی‌ها ثابت نبوده، و به‌دلیل ماهیت پویای مهندسی، با گذر زمان تغییر می‌کنند[۹]. روش مناسب‌تر برای تعیین کارایی برنامه‌های آموزش مهندسی کشور، ارزیابی آنها با توجه به‌ضوابط و ملاک‌هایی است که هم‌اکنون برای تضمین کیفیت برنامه‌های آموزش مهندسی، در دیگر نقاط جهان، به‌کارگرفته می‌شود. شناسایی و برطرف نمودن این کاستی‌ها، موفقیت در فرایند ارزشیابی برنامه‌های آموزش مهندسی را تضمین خواهد نمود. برای ارزشیابی برنامه‌های آموزش مهندسی کشور، هشت ملاک در نظر گرفته شده است (جدول ۱). مرور جدول ۱ کاستی‌های عمومی برناه های آموزش مهندسی کشور برای اقناع هر یک از این ملاک‌ها را نشان می دهد.

از میان ملاک‌های درنظر گرفته شده برای ارزشیابی برنامه‌های آموزش مهندسی (جدول ۱)، دستاوردها، یعنی آنچه دانش‌آموختگان باید در پایان برنامه بدانند و یا قادر به‌آنجام آن باشند، از بیشترین اهمیت برخوردار است. بررسی فهرست دستاوردها یا شایستگی‌های درنظرگرفته شده توسط نهادهای مختلف ارزشیابی بین‌المللی، هماهنگی بسیار زیاد بین آنها را نشان می‌دهد [۱، ۱۰، ۱۱]. در جدول ۲ یازده دستاورد پایه درنظر گرفته شده برای برنامه‌های کارشناسی آموزش مهندسی کشور ارایه شده است.

یازده دستاورد در نظر گرفته شده برای آموزش مهندسی (جدول ۲) را می‌توان به‌دو دسته مهارت‌های تحصیلی و حرفه‌ای، تقسیم کرد [۱۲]. مهارت‌های تحصیلی، شامل پنج دستاورد: دانش مهندسی، بررسی‌های مهندسی، طراحی مهندسی، تحلیل مهندسی و کار با ابزارهای مدرن است.مهارت‌های حرفه‌ای نیز شامل ۶ دستاورد: کارگروهی، مسئولیت‌های حرفه‌ای، ارتباطات مهندسی، مهندسی و جامعه، یادگیری مداوم و آگاهی از مسایل معاصر می‌باشد.

مهارت‌های تحصیلی، گروهی از شایستگی‌ها هستند که به‌طور سنتی در برنامه های تحصیلی منظور می‌شوند. هر یک این مهارت‌ها به‌صورت درس‌هایی با سرفصل‌های مشخص آموزش داده می‌شوند. مهارت‌های حرفه‌ای اغلب کمتر مورد توجه قرار گرفته و یا به‌صورت یک محصول فرعی از فعالیت‌های گروه اول حاصل می‌شوند. مهارت‌های حرفه‌ای را می‌توان آموزش داد، ولی نه الزاما با روش سنتی سخنرانی. این مهارت‌ها را با استفاده از روش‌های مدرن یادگیری فعال و مشارکتی، توجه به‌تفاوت‌ها در سبک یادگیری، و آگاهی از تدریس مهندسی در غالب مناسب آن، می‌توان تدریس کرد. این مهارت‌ها را تا حد قابل زیادی ارزیابی نیز هستند.

برنامه ریزی آموزش مهندسی در ایران در سه دهه گذشته حالتی متمرکز داشته و از در نتیجه ساختار و محتوی برنامه‌ها در موسسات آموزشی مختلف کم و بیش مشابه است. از اینرو، بررسی یک برنامه آموزشی در یک دانشگاه و تعیین نقاط قوت و ضعف آن در ارتباط با دستاوردهای مورد نظر می‌تواند تاحدی وضعیت کلی برنامه‌های آموزش مهندسی کشور را مشخص نماید. در جدول ۲ توانایی برنامه های آموزش مهندسی کشور برای دستیابی دانش‌آموختگان به‌یازده شایستگی و دستاورد یک برنامه آمورزش مهندسی موفق، مورد بررسی قرار گرفته است.

جدول ۱. ملاک‌های ارزیابی برنامه های آموزش مهندسی [۱۰، ۱۱ و ۱۲]

۱. دانشجویان: برنامهٔ آموزشی باید بتواند عملکرد دانشجویان را بسنجد؛ به‌دانشجویان در مورد برنامهٔ درسی و آینده حرفه‌ای راهنمایی ارایه دهد؛ پیشرفت دانشجویان را در رابطه با دستاوردهای برنامه دنبال کند؛ و آنها را قادر سازد که در زمان فارغ‌التحصیلی به‌تمام الزامات برنامه، دست یابند. در بسیاری از مراکز آموزشی کشور، تعداد زیاد دانشجویان و مشغلهٔ اساتید باعث شده که ارایهٔ راهنمایی به‌دانشجویان، چه توسط اساتید درس، و یا استاد راهنما و گروه آموزشی، زیاد جدی گرفته نشود.

۲. هدف‌ها: هر برنامه آموزشی باید حاوی هدف‌های آموزشی مکتوب، همخوان با ماموریت واحد آموزشی و ملاک‌های ارزیابی، باشد؛ به‌توسط فرایندی مشخص، مطابقت اهداف برنامه آموزشی با نیازهای طرف‌های درگیر در آن را هر چند مدت یکبار تعیین و ثبت نماید؛ هم‌چنین با استفاده از فرایندهای ارزیابی و قضاوت، به‌طور ادواری میزان دستیابی به‌اهداف را تعیین و مستند نماید. خلاصه اینکه، هم برنامهٔ آموزشی و هم هر یک از درس‌های آن، باید دارای هدف‌های مشخص باشند. در برنامه‌های آموزش مهندسی کشور، هدف‌های آموزشی، حتی اگر به‌درستی تهیه شده باشند، کمتر مورد توجه قرارمی‌گیرند.

۳. دستاوردها: دستاوردها توصیف دقیق آنچیزی است که انتظار می‌رود تا دانشجویان بدانند و در زمان فارغ‌التحصیلی قادر به‌انجام آن باشند. این موارد شامل دانش‌ها، مهارت ها، و نگرش‌های کسب شده توسط دانشجویان در طول برنامه است. هر برنامهٔ آموزش مهندسی باید نشان دهد که دانش‌آموختگان آن به‌یازده دستاورد درنظر گرفته شده، رسیده‌اند. برنامه‌های آموزش مهندسی کشور، اغلب فاقد دستاوردهای برنامه و هدف‌های یادگیری برای درس‌ها بوده و یا به‌درستی تعریف نشده‌اند. دستاوردها اساس آموزش مهندسی مدرن بوده و کل فرایند آموزش (چون طراحی و تهیهٔ مواد درسی، انتخاب روش تدریس، و نحوهٔ ارزیابی میزان یادگیری دانشجویان)، با توجه به‌آنها صورت می‌گیرد.

۴. ارتقاء مداوم کیفیت: ارایهٔ یک برنامهٔ آموزشی، که از معیارهای تعیین شده برخوردار باشد، کافی نیست. برنامه‌های آموزش مهندسی باید حالتی پویا داشته و هر برنامهٔ باید بتواند به‌طور ادواری شواهد اقداماتی را که در راستای بهبود آن صورت گرفته، نشان دهد. ملاک‌های ۲ (هدف‌ها) و ۳ (دستاوردها)، مبنای خوبی برای نشان دادن بهبود کیفیت برنامهٔ آموزشی است. در سه دههٔ گذشته، برنامه‌ریزی آموزش مهندسی کشور حالتی متمرکز داشته و دانشگاه‌ها یک برنامهٔ درسی واحد را به‌اجرا در می‌آوردند. این روش جایی برای خلاقیت‌ها و نوآوری‌های آموزشی دانشگاه‌های مختلف، باقی نمی‌گذاشت.

۵. برنامهٔ درسی: سازمان‌های ارزشیابی معمولا جزئیات برنامه درسی را مشخص نکرده بلکه تنها ساختار کلی آنرا مشخص می‌کنند. با این شرط که توسط برنامهٔ درسی، که اوج آن یک تجربهٔ کامل طراحی است، دانشجویان جهت فعالیت‌های حرفهٔ مهندسی آماده شوند. یکی از مشکلات برنامه‌های کنونی، عدم توجه به‌دستاوردهای نوین آموزش مهندسی است که در چند دههٔ اخیر، حاصل شده است.

۶. آموزشگران: تعداد مدرسان تمام وقت باید به‌گونه‌ای باشد که 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. به‌همین ترتیب، میزان تدریس اساتید باید به‌گونه‌ای باشد که فعالیت‌های فوق امکانپذیر گردد. در دو دهه گذشته، گروهی از مراکز آموزش عالی مهندسی کشور، به‌خصوص در بخش غیردولتی، عمدتا متکی به‌اساتید دیگر مراکز آموزشی (اساتید پروازی) بوده‌اند. مسئله دیگری که به‌طور غیر مستقیم بر آموزش تاثیر می‌گذارد، کمبود درآمد اعضای هیئت علمی است که باعث می‌شود اغلب آنها در بیش از یک محل به‌کار مشغول باشند.

۷. امکانات: کلاس‌های درس، آزمایشگاه‌ها و تجهیزات مرتبط با آنها باید متناسب با اهداف برنامه آموزشی بوده و محیطی مناسب برای آموزش و فراگیری فراهم کند. امکانات و تجهیزات باید به‌گونه‌ای باشند که ارتباط بین اساتید و دانشجویان تسهیل شده و فعالیت‌ها تخصصی ترغیب گردد. برنامه باید فرصت فراگیری کاربردهای ابزارهای مهندسی مدرن را برای دانشجویان فراهم نماید. امکانات مناسب برای کسب اطلاعات و محاسبات باید در دسترس باشد تا فعالیت‌های پژوهشی دانشجویان و استادان، و اهداف آموزشی برنامه و دانشگاه را برآورده سازد. افزایش بی‌رویهٔ تعداد دانشجویان، درکنار ثابت ماندن وسایل و امکانات آزمایشگاهی در برخی از مراکز آموزشی، فعالیت‌های عملی، آزمایشگاهی و کارگاهی را با مشکلاتی روبرو ساخته است.

۸. پشتیبانی: 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 اعضای هیئت علمی شایسته را امکان‌پذیر سازد. منابع همچنین باید برای تامین، نگهداری و استفاده از وسایل و تجهیزات مورد نیاز برنامهٔ مهندسی، کافی باشد. نیروی پشتیبانی و خدماتی نیز باید متناسب با نیازهای برنامه باشند. یکی از مشغله‌های ذهنی اغلب مدیران مراکز آموزش مهندسی کشور کمبود منابع مالی تخصیص یافته از بخش دولتی، و نازل بودن منابع مالی جذب شده از بخش صنعت است.

جدول ۲. توانایی آموزش مهندسی کشور برای دستیابی به دستاوردهای مورد نظر برای یک دوره کارشناسی مهندسی [۱۲، ۱۳]

دستاوردها	شرایط ایران
۱. دانش مهندسی: دانش‌آموختگان مهندسی باید بتوانند ریاضیات، علوم، مبانی مهندسی و یک زمینه تخصصی مهندسی را برای حل مشکلات پیچیده مهندسی، به‌کارگیرند.	بیشترین تاکید برنامه‌های موجود آموزش مهندسی کشور بر این بخش می‌باشد و این دستاورد در سرفصل‌های برنامه‌های آموزش مهندسی ایران کم و بیش منظور شده است و در مواردی نیز ممکن است بیش از مقادیر تجویز شده باشد.
۲. بررسی‌های مهندس: دانش‌آموختگان باید بتوانند در مورد مسایل فنی از روش‌های مناسب برای پژوهش و یا بررسی‌های دقیق دیگر، استفاده نمایند. این دستاورد متشکل از طراحی آزمایش‌ها، انجام آزمایش‌ها و تجزیه و تحلیل نتایج است. آزمون‌های آماری، آزمایش‌های آزمایشگاهی و میدانی نیز در این دستاورد در نظر گرفته می‌شوند.	این دستاورد به‌خوبی در برنامه‌های آموزش مهندسی کشور پوشش داده نمی‌شود.
۳. طراحی مهندسی: توانایی طراحی یک وسیله، فرایند یا سیستم، جهت رفع نیازها؛ با درنظر گرفتن واقع‌بینانه محدودیت‌های اقتصادی، اجتماعی، سیاسی، اخلاقی، تندرستی، و ایمنی؛ از مهم‌ترین فعالیت‌های مهندسان است.	بررسی عناوین و سرفصل‌های دروس مصوب کم توجهی به‌طراحی در برنامه آموزشی را تایید می‌کند. پیش زمینه طراحی، باروری خلاقیت است. دانشجویان در جایی می‌توانند خلاقیت‌های خود را به‌ظهور برسانند که اجازه بیان و عرضهٔ آنها را داشته باشند. این هدف به‌هیچ وجه در کلاس‌های استادمحور، و با ارایهٔ سخنرانی‌های سنتی، حاصل نمی‌شود.
۴. کارگروهی: امروزه مهندسی، حاصل مشارکت جمعی است. برای تقویت این توانایی، دانشجویان باید در طول دروهٔ تحصیلی کار و ارتباط متقابل با دیگران را تجربه کنند.	در ایران کارگروهی دانشجویان اغلب به‌فعالیت‌های آزمایشگاهی، که معمولا به‌صورت دو یا چند نفره انجام می‌شود، محدود می‌گردد. امروزه در دنیا دانشجویان به‌صورت‌های مختلفی در کارگروهی درگیر می‌شوند. به‌عنوان مثال پروژهٔ کارشناسی مهندسی در اغلب دانشگاه‌های بزرگ دنیا به‌صورت گروهی انجام می‌شود
۵. تحلیل مهندسی: دانش‌آموختگان باید بتوانند با استفاده از اصول اولیه ریاضیات، علوم طبیعی و علوم مهندسی. مسایل مهندسی را شناسایی، ساماندهی و حل نمایند.	در برنامه‌های آموزش مهندسی کشور این دستاورد تا حد زیادی منظور شده است. گرچه گزارشی در مورد میزان حصول به‌آن در دسترس نیست.
۶. مسئولیت‌های حرفه‌ای: درک مسئولیت‌های حرفه‌ای و اخلاقی از دیگر توانایی‌های دانش‌آموختگان مهندسی است. این دستاورد متشکل از چهار مولفه است. توانایی شناختن گزینه‌های اخلاقی، آگاهی از دستورالعمل‌های اخلاقی، قضاوت در مورد ابعاد اخلاقی فعالیت‌های حرفه ای، و نشان دادن رفتار اخلاقی [۱۲].	برنامه‌های کنونی آموزش مهندسی کشور در این زمینه از کمبودهای برخوردار است و باید با اصلاح برخی از درس‌های موجود، یا درنظر گرفتن درسی جدید، این دستاورد را پوشش داد.
۷. ارتباطات مهندسی: دانش‌آموختگان مهندسی باید بتوانند به‌طور موثری با دیگر مهندسان و جامعه ارتباط شفاهی، نوشتاری، الکترونیکی و تصویری برقرار کنند. ارتباطات مهندسی مهارت‌هایی‌اند که به‌خوبی می‌توان آنها را آموزش داده و ارزیابی نمود.	در اغلب دانشگاه‌های بزرگ، در سال اول دوره کارشناسی مهندسی، درسی جهت تقویت مهم‌ترین مهارتهای مورد نیاز، از جمله ارتباطات مهندسی، منظور شده است. در طی برنامه نیز این مهارتها به تدریج در دروس مختلف تقویت می شوند.
۸. مهندسی و جامعه: درک تاثیر راه حل‌های مهندسی بر جامعهٔ محلی و جهانی از دیگر توانایی‌های مورد نیاز دانش‌آموختگان مهندسی است..	دستیابی کامل به‌این دستاورد در برنامه‌های آموزش مهندسی کشور، نیاز به‌فرهنگ‌سازی و اطلاع رسانی مناسب دارد.
۹. یادگیری مداوم: یادگیری و کسب مداوم آموزش در طول کار حرفه‌ای نگرشی است که دانش‌آموختگان باید به‌آن دست یابند.	اجتناب از محور قراردادن جزوه یا یک کتاب درسی، به‌عنوان تنها منابع درس، تشویق دانشجویان به‌جستجوی مطالب مورد نیاز در کتابخانه، بانک‌های اطلاعاتی یا اینترنت و در اختیار داشتن اساتیدی که در زمینه‌های علمی و حرفه‌ای به‌روز باشند؛ به‌تدریج به‌نهادینه شدن نگرش

یادگیری مداوم در دانشجویان کمک می‌کند.

۱۰. آگاهی از مسایل معاصر. چون پدیدهٔ جهانی شدن، به مهندسی نیز سرایت کرده است، دانشجویان مهندسی باید با مسایل دنیای معاصر آشنایی داشته باشند.	امروزه، گسترش وسایل ارتباط جمعی و شبکه‌های اجتماعی این امر را تسهیل کرده است، ولی برنامهٔ درسی نیز باید بتواند اطلاعات لازم را در زمینه‌های اجتماعی، اقتصادی، تجاری ، فرهنگی، سیاسی و زیست محیطی، در اختیار دانشجویان قرار دهد. در مورد این دستاورد نیز برنامه‌های آموزش مهندسی ایران از کاستی‌هایی برخوردار است.
۱۱. کار با ابزارهای مدرن: استفاده از فناوری‌ها، مهارت‌ها، و ابزارهای مدرن از دیگر توانایی‌هایی است که دانش‌آموختگان باید در طول آموزش دانشگاهی به‌آن دست‌یابند. این دستاورد متشکل از دامنه گسترده ای از ابزارها و مهارت‌های مورد نیاز دانش آموختگان مهندسی شامل: نرم افزار کامپیوتری، بسته‌های شبیه سازی، وسایل تشخیص، استفاده از منابع فنی و ابزارهای جستجوی منابع است.	تحقق این دستاور وابسته به‌وجود امکانات کافی و سهولت دسترسی دانشجویان به‌آنها دارد. سطح دسترسی دانشجویان به‌وسایل و ابزارهای مدرن مهندسی در مراکز آموزشی مختلف کشور بسیار متفاوت است.

۴. نتیجه گیری

در سال‌های اخیر، بیشتر گروه‌ها و واحدهای آموزش مهندسی کشور، صرفنظر از امکانات و توانائی‌هایشان، تمایل داشته‌اند که همه یا بیشتر تخصص‌ها یا گرایش‌های مصوب، حتی در سطوح کارشناسی ارشد و دکتری را راه اندازی نمایند. تاسیس پرشتاب گروه‌های جدید و گسترش سریع فعالیت‌های آنها در کشور، مصادف است با ادغام گروه‌های آموزشی و تخصصی کردن هر چه بیشتر فعالیت‌های آنها در کشورهای پیشرفته. فرایند ادغام در این کشور ها به‌گونه‌ای سامان می‌یابد که گروه‌های آموزشی جدید هرکدام در یک یا دو گرایش خاص از امکانات و تخصص ویژه برخوردار باشند [۷، ۹].

ارزشیابی برنامه‌های آموزش مهندسی مناسب‌ترین راه برای آگاهی از کمبودها، و الگویی شایسته برای انتخاب اقدامات اصلاحی، جهت چیره شده بر آنهاست. برطرف نمودن کاستی‌های موجود و ارتقای آموزش مهندسی در کشور مستلزم انجام اقدامات متنوعی از سوی طرف‌های ذینفع، از جمله وزارت علوم تحقیقات و فناوری، مراکز آموزش مهندسی، آموزشگران، موسسه ارزشیابی آموزش مهندسی و انجمن آموزش مهندسی ایران است.

برنامه‌های آموزش مهندسی ایران، در کنار نکات قوتی که دارد، دارای کاستی‌های متعددی نیز می‌باشد. این کاستی‌ها را، می‌توان به دو گروه عام و مشترک بین همه برنامه‌ها؛ و خاص هر یک از برنامه‌های آموزش مهندسی، تقسیم کرد. کاستی‌های عمومی برنامه‌ها تا حد زیادی ناشی از توجه بیش از حد به دانش‌آفزایی و کم توجهی به‌توسعه مهارت‌ها و نگرش های ضروری؛ چون کارگروهی، ارتباطات و طراحی؛ در دانشجویان است. تاکید هر برنامه آموزشی به‌دستاوردهایش، یعنی آنچه دانش آموختگان فراگرفته‌اند و یا قادر به انجام آن هستند، قدمی بزرگ در جهت ارتقاء آن برنامه خواهد بود [۱۷].

تجربه جهانی نشان می‌دهد که ارزشیابی برنامه‌های آموزش مهندسی بهترین روش برای آگاهی از کاستی‌های آنهاست [۱۸]. کسب مدرک ارزشیابی از یک سازمان معتبر، نشانگر اینست که حداقل شرایط مورد توافق جهانی برای یک برنامه آموزش مهندسی، اقناع شده است [۱۹ و ۲۰]. رسیدن به‌چنین شرایطی مستلزم اینست که هر یک از طرف‌های ذینفع در آموزش مهندسی کشور، سهم خود را در برطرف کردن کاستی‌ها ایفا نمایند.

منابع

[۱] فراستخواه، مقصود ۱۳۹۴. گزارش پنل آینده گسترش آموزش عالی ایران، تهران: مؤسسه پژوهش و برنامه ریزی آموزش عالی.

[2] Forbes Statista 2015. World Economic Forum 2015/ UNESCO Institute for Statistics.

[۳] توفیقی حسن. ۱۳۹۴. سخنرانی در چهارمین کنفرانس آموزش مهندسی ایران، دانشگاه شیراز.

[4] Engineering Accreditation. http://www.accreditation.org/ (accessed Feb 2010).

[5] Accreditation Board of Engineering and Technology, ABET, www.abet.org

[6] International Engineering Alliance 2009. Graduate Attributes and Professional Competencies (Washington Accord, Sydney Accord, Dublin Accord, Engineers Mobility Forum, Engineering Technologists Mobility Forum) http://www.washingtonaccord.org/

[7] International educational accords. 2007. Rules and procedures. http://www.ieagreements.org/

[8] International Engineering Alliance. http://www.washingtonaccord.org/ (accessed Dec 2010)

[9] NAE, National Academy of Engineering. 2004. The Engineer of 2020: Visions of Engineering in the New Century. National Academies Press. 118 pp.

[10] ABET, Accreditation Board for Engineering and Technology. 2010. Accreditation Board for Engineering and Technology. Criteria for accrediting engineering programs; www.abet.org

[۱۱] معماریان حسین. ۱۳۹۰. نهضت جهانی آموزش مهندسی، فصلنامه آموزش مهندسی ایران، فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران، جلد ۱۳، شماره ۵۰، صفحات ۱-۳۱. تابستان ۱۳۹۰.

[۱۲] معماریان حسین. ۱۳۹۰. فرایند ارزشیابی برنامه های آموزش مهندسی ایران، فصلنامه آموزش مهندسی ایران، فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران، جلد ۱۳، شماره ۵۰، صفحات ۳۳-۶۱. تابستان ۱۳۹۰.

[۱۳] معماریان حسین. ۱۳۹۰. سازوکار ارزیابی درونی برنامه های آموزش مهندسی ایران. فصلنامه آموزش مهندسی ایران، فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران، جلد ۱۳، شماره ۵۱، صفحات ....، پاییز ۱۳۹۰.

[۱۴] معماریان حسین. ۱۳۹۰. تدارک هدف‌ها و دستاوردهای آموزش مهندسی. فصلنامه آموزش مهندسی ایران، سال سیزدهم، شماره ۴۹، بهار ۱۳۹۰، صفحات ۴۳ الی ۶۹.