

تدارک هدفها و دستاوردهای آموزش مهندسی

حسین معاریان^۱

چکیده: یکی از پیش‌نیازهای آموزش موفق تعیین هدفهای یادگیری مناسب برای برنامه آموزشی و درسهاست. استادان با آگاهی از هدفهای برنامه، محتوای درسها و روش تدریس خود را به‌گونه‌ای مناسب سامان می‌دهند. دانشجویان نیز با در دست داشتن هدفهای درس می‌توانند تأکید بیشتر را بر آن بخشهایی بگذارند که واقعاً لازم است فرا بگیرند. در پایان آموزش یک درس یا یک برنامه نیز استادان و دانشگاه مایل‌اند میزان دانش، مهارتها و نگرشهای منتقل شده به دانشجویان را بسنجند. "هدفهای یادگیری" آنچه را که دانشجویان از یک درس فرا گرفته اند مشخص میکند. "دستاوردها" نیز آنچه را که در عمل دانشجویان در پایان برنامه کسب کرده‌اند، تعیین می‌کند. آگاهی از میزان موفقیت آموزش ارائه شده از طریق روشهای ارزیابی درونی و بیرونی قابل حصول است. ارزیابی درونی را خود مؤسسه آموزشی و ارزیابی بیرونی را مراکز مستقل، همچون سازمان ارزشیابی آموزش مهندسی ایران، انجام می‌دهند. بر طبق الگویی که در بیشتر کشورها به‌کار گرفته می‌شود، ارزشیابی یک برنامه آموزش مهندسی نیازمند دستیابی به هشت ملاک عمومی و یک ملاک اختصاصی است. از این میان، ملاک ۲ به هدفها و ملاک ۳ به دستاوردهای آموزش اختصاص یافته است. نظر به اینکه دستیابی به این دو ملاک بیشترین اهمیت را در فرایند ارزشیابی دارد، در این مقاله نحوه تهیه و ساماندهی هدفها برای برنامه آموزشی و درسها و همچنین، دستاوردهایی که بر مبنای آنها میزان موفقیت آموزش تعیین می‌شود، ارائه می‌شود. رویه ارائه شده در این مقاله به‌عنوان الگویی برای ارزیابی درونی هدفها و دستاوردها توسط مؤسسات آموزشی و ارزیابی بیرونی برنامه توسط سازمان ارزشیابی آموزش مهندسی ایران پیشنهاد شده است.

واژه‌های کلیدی: هدفهای آموزشی، هدفهای یادگیری، دستاوردها، طبقه‌بندی بلوم، ارزیابی درونی، ارزشیابی برنامه‌های آموزشی.

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

(دریافت مقاله: ۱۳۹۰/۲/۱۲)

(پذیرش مقاله: ۱۳۹۰/۳/۵)

۱. مقدمه

استادان ارائه کننده دروسها یا دانشکده و دانشگاه ارائه کننده یک برنامه آموزشی مایلند به گونه‌ای عملکرد خود را بسنجند. امروزه، در اغلب کشورهای پیشرفته مؤسساتی برای ارزشیابی^۱ برنامه‌های آموزش مهندسی ایجاد شده است. یکی از معروف‌ترین این مؤسسات شورای ارزشیابی مهندسی و فناوری آمریکا (ابت)^۲ است که بیشتر کشورهای دیگر نیز برنامه‌های ارزشیابی آموزش مهندسی خود را بر مبنای ملاکها و دستورالعملهای آن بنا نهاده‌اند. مراکز ارزشیابی به‌طور ادواری برنامه‌های آموزشی را ارزیابی و تعیین می‌کنند که آیا ملاکها و استانداردهای از پیش تعیین شده را اقلان می‌کنند یا نه. بدین‌منظور، ابتدا مؤسسه آموزشی طی یک فرایند ارزیابی درونی^۳، اطلاعات کلیدی در باره هدفهای آموزشی برنامه، درسهایی که ارائه می‌شود، صلاحیت استادان و مطالب مربوط به دانشجویان (تکالیف، امتحانات، گزارشها و غیره) را گردآوری می‌کند. ارزیابی درونی در واقع، مستندسازی روشها، فرایندها و امکاناتی است که برای اقلان هشت ملاک عمومی و یک ملاک اختصاصی برنامه‌های آموزش مهندسی به‌کار گرفته شده است. ملاکهای نه‌گانه ارزشیابی عبارت از (۱) دانشجویان، (۲) اهداف آموزشی، (۳) دستاوردهای برنامه، (۴) ارتقای مداوم کیفیت، (۵) برنامه درسی، (۶) آموزشگران، (۷) امکانات، (۸) حمایتها و (۹) ملاک ویژه برای هر برنامه آموزش مهندسی است. از این میان، ملاکهای ۲ و ۳، که در باره هدفها و دستاوردهای برنامه هستند، از اهمیت بیشتری برخوردارند. رئوس فعالیتهایی که برای مستند سازی این دو ملاک صورت می‌گیرد، عبارت‌اند از [۱ و ۲]:

- ❖ طراحی هدفهای آموزشی برنامه، به‌گونه‌ای که رسالت دانشگاه، مأموریت برنامه آموزشی و نیازهای طرفهای درگیر در آن (شامل دانشجویان، استادان و کارفرمایان و دانش‌آموختگان)، اقلان شود؛
- ❖ تعیین دستاوردهای^۴ برنامه یا تواناییهای دانش‌آموختگان (دانشها، مهارتها و نگرشها) که نشانه‌ای از رسیدن برنامه به هدفهای مورد نظر است؛
- ❖ تعیین اهداف یادگیری دروسها یا گزاره‌های نشان دهنده آنچه دانشجویان پس از اتمام هر درس قادر به انجام دادن آن خواهند بود.
- ❖ تدوین فرایند بهبود مداوم که برای رفع کاستیهای مشخص شده توسط ارزشیابی و ارتقای مداوم کیفیت برنامه در نظر گرفته شده است.

-
1. Accreditation
 2. Accreditation Board of Engineering and Technology (ABET)
 3. Internal Accreditation
 4. Outcomes

به دنبال انجام ارزیابی درونی و تکمیل پرسشنامه مربوط به آن، نماینده مؤسسه ارزشیابی، که معمولاً یک یا دو نفر از استادان همان رشته در دانشگاهی دیگرند، گزارش ارزیابی درونی را بررسی و با مدیر و برخی از استادان مجری برنامه مصاحبه می‌کنند. ارزیابان همچنین، مناسب بودن هدفهای آموزشی را بررسی و مشخص می‌کنند تا چه حد ملاکهای در نظر گرفته شده برای یک برنامه کارشناسی مهندسی را اقتناع می‌کنند. در پایان، سازمان ارزیابی تصمیم می‌گیرد که ارزشیابی برنامه را برای یک دوره کامل (مثلاً شش ساله) یا یک دوره آزمایشی (مثلاً سه ساله) تأیید یا اینکه ارزشیابی آن را مردود اعلام کند [۳ و ۴].

در این مقاله بعد از تعریف هدفهای کلی و هدفهای یادگیری (رفتاری)، در خصوص نحوه تهیه هدفهای آموزشی بحث شده است. سپس، هدف کلی برنامه‌های آموزش مهندسی و هدفهای یادگیری در آنها و رابطه آنها با دستاوردهای مورد انتظار از دانشجویان بررسی و نیز ساماندهی هدفها و دستاوردها، به گونه‌ای که قابل قبول سازمان ارزشیابی است، تشریح شده است. در پایان نیز روش ارزیابی میزان دستیابی به اهداف و دستاوردهای برنامه و در آنها عرضه شده است.

۲. اهداف یادگیری

اهداف یادگیری^۱ گزاره‌هایی هستند که توانایی دانشجو را برای انجام دادن کاری نشان می‌دهد، به شرط آنکه دانش و مهارتی را که یک درس قرار است به او بیاموزد، کسب کرده باشد. یک هدف آموزشی به یکی از دو شکل زیر آغاز می‌شود:

- ❖ در پایان (درس، موضوع، فصل، سخنرانی و ...) دانشجو باید بتواند ...
- ❖ برای موفقیت در امتحان بعدی شما باید بتوانید ...

آنچه به دنبال هر یک از این دو عبارت می‌آید، فهرستی از کارهاست که تسلط به دانش یا مهارت خاصی را نشان می‌دهد. هر یک از این عبارتها، علاوه بر تعریف کار مورد نظر و در مواردی تعیین شرایطی که کار باید در آن انجام شود، حاوی یک یا تعدادی کلمات کلیدی کنشی (مثل: نام ببرید، توضیح دهید، محاسبه کنید، برآورد کنید، استنتاج کنید، مدلسازی کنید، طراحی کنید، انتخاب کنید، نقد کنید) است [۳ و ۵]. در ادامه، مثالهایی از هدفهای یادگیری آمده است. در هر مورد کلمات کنشی کلیدی مشخص شده‌اند.

برای موفقیت در امتحان شما باید بتوانید:

- ❖ عبارت "فشار بخار آب خالص در دمای ۱۰۰ درجه سانتیگراد برابر ۷۶۰ میلی‌متر جیوه است" را به‌زبانی قابل درک برای یک دانشجوی سال اول مهندسی توضیح دهید.
- ❖ آزمایش فشار تک محوری را به‌روی نمونه‌هایی از مغزه سنک، در آزمایشگاه مکانیک سنگ و در سطح استاندارد ASTM انجام دهید.
- ❖ میانگین، میانه و انحراف معیار روزهای بارانی سال در تهران را، با توجه به آمار ۵۰ ساله اداره هواشناسی، محاسبه و نتایج را با آمار سال جاری مقایسه کنید.

کلمات کنشی یک هدف یادگیری باید معرف عمل یا کنش قابل مشاهده‌ای باشند، چیزی که آموزشگر بتواند آن را به‌گونه‌ای در عملکرد دانشجو مشاهده کند. کلمات کنشی موجود در مثالهای یادشده (توضیح دهید، انجام دهید، محاسبه کنید، مقایسه کنید)، این ملاک را اکتان می‌کنند، ولی کلمات دیگری چون فراگرفتن، دانستن، فهمیدن و درک کردن این قابلیت را ندارند. شما نمی‌توانید فهمیدن یا درک کردن کسی را مشاهده کنید یا اندازه بگیرید. اگر مایل‌اید بدانید که دانشجو مفهومی را که تدریس کرده‌اید فهمیده است یا نه، باید از او بخواهید کاری قابل مشاهده را برای نشان دادن فهمیدنش ارائه دهد. آنچه شما ممکن است از او بخواهید انجام دهد، همان هدف یادگیری شما برای آن مفهوم است [۳ و ۶].

در عمل، تمام آموزشگران اهداف یادگیری دروس خود را به‌گونه‌ای تهیه می‌کنند، ولی بسیاری از آنها نام آن را "امتحان" می‌گذارند. متأسفانه، اولین باری که آموزشگران به‌طور جدی با این سؤال روبرو می‌شوند که چه میزان دانش یا مهارت را مایل‌اند دانشجویان کسب کرده باشند، زمانی است که آغاز به طراحی سؤالات امتحان می‌کنند و این خیلی دیر است. در چنین شرایطی زمان زیادی از درس صرف سخنرانی و عرضه مطالبی می‌شود که از اهمیت دست دومی برخوردارند و در مقابل زمان کمتری صرف موضوعاتی می‌شود که آموزشگر مایل است در امتحان بر آنها تأکید کند. دانشجویان نیز بحق تأکید بر برخی از مطالب در طول نیمسال و امتحان گرفتن از مطالبی دیگر را نمی‌پسندند.

تهیه مجموعه‌ای از اهداف یادگیری از قبل به آموزشگر کمک می‌کند تا محتوای درس خود را انتخاب کند و در باره زمان مورد نیاز برای تدریس هر قسمت تصمیم بگیرد. همچنین، جلسات سخنرانی خود را برنامه‌ریزی کند (چه بگوید، چه نشان دهد، چه بپرسد و ...). با اتکا به هدفها، آموزشگر می‌تواند تکالیف خارج از کلاس را تهیه و بالاخره، سؤالات امتحانی مناسبی را طراحی کند. علاوه بر اینها، آموزشگرانی که درس را ارائه می‌دهند، استادان دروس پیش‌نیاز و دروس بعدی برنامه،

گروه برنامه ریزی درسی و گروه ارزیاب برنامه از اهداف آموزشی، به مراتب بیش از سرفصل مطالب درس، می‌توانند کمک بگیرند.

اهداف یادگیری به‌ویژه زمانی ارزشمند خواهند بود که به‌صورت راهنمای نحوه امتحان از ابتدا در اختیار دانشجویان قرار گرفته و سپس، به‌عنوان مبنایی برای طراحی سؤالات امتحانی به‌کار گرفته شوند. وقتی دانشجویان از ابتدای نیمسال از انتظاراتی که از آنها داریم، درک درستی داشته باشند، شانس بیشتری وجود دارد که آن انتظارات را برآورده کنند. در حالتی که هدفهای یادگیری وجود نداشته و محدوده انتظارات نامشخص باشد، مثل این است که به دانشجویان بگوییم: "این کتاب ۵۳۴ صفحه‌ای درس ... شماست، باید همه آن را فرا بگیرید و خودتان حدث بزنید که به‌نظر من چه چیزهایی مفیدترند و در امتحان خواهند آمد".

حتی اگر راهنمای مطالعه و سؤالات امتحان حاوی سطوح بالاتر تفکر و مشکل‌گشایی باشد [که در عمل هم باید چنین باشد]، وضوح انتظارات از دانشجویان همواره به عملکرد بهتر آنها منجر می‌شود. فایده دیگر این امر آن است که وقتی دانشجو راهنمای امتحان و هدفها را در اختیار داشته باشد، آموزشگر دیگر به‌طور مکرر با این پرسش دانشجویان رو به رو نخواهد شد که آیا این قسمت در امتحان خواهد آمد؟

در سطور مذکور از عبارت سطوح بالاتر تفکر استفاده کردیم. راستی سطوح بالاتر یا پایین‌تر تفکر یا دانش و مهارت چیست؟ زمانی که تهیه هدفهای یادگیری را آغاز می‌کنیم، به‌سرعت در می‌یابیم که کارهای مختلف به سطوح دانش و مهارت متفاوتی نیاز دارند. بدین ترتیب که برخی از کارها را فقط باید به خاطر سپرد، در حالی که کارهای دیگر به مهارتهای تحلیلی و خلاقیت نیاز دارند. وجود داشتن یک سیستم طبقه‌بندی اهداف یادگیری، مبتنی سطح مهارتهای مورد نیاز از آنها، به آموزشگران کمک می‌کند تا از سطح مناسب بودن آموزش ارائه شده و روشهای آموختن دانشجویان اطمینان حاصل کنند [۳ و ۶ و ۷].

۳. طبقه‌بندی بلوم

مشهورترین طبقه‌بندی اهداف آموزشی را بلوم^۱ و همکارانش [۸ و ۹] ارائه کرده‌اند. بلوم برای سهولت در نوشتن و طبقه‌بندی هدفهای آموزشی و تهیه آزمون برای هدفها، آنها را به سه حوزه مختلف

شناختی، روانی - حرکتی و عاطفی، طبقه بندی می‌کند. اهداف حوزه شناختی^۱ به فعالیتهای ذهنی و فکری مربوط می‌شود. حوزه شناختی مهم‌ترین حوزه یادگیری به حساب می‌آید، زیرا بیشتر فعالیتهای تحصیلی و غالب موضوعات درسی و اهداف آموزشی به این حوزه تعلق دارند. هدفهای حوزه عاطفی^۲ تغییرات ایجاد شده در علاقه‌ها، نگرشها و ارزشها و نیز رشد ارج گذاردن و سازگاری را نشان می‌دهد. هدفهای حوزه روانی - حرکتی^۳ به زمینه مهارتهای حرکتی یا حرکات بدنی مربوط می‌شود. هر فعالیتی که علاوه بر جنبه روانی جنبه جسمانی نیز داشته باشد، در این حوزه جای دارد. در ادامه، حوزه شناختی، که در آموزش مهندسی نقش عمده‌ای دارد، بررسی شده است. چکیده‌ای از دو حوزه عاطفی و روانی - حرکتی نیز در جدول ۱ آمده است.

حوزه شناختی دارای شش سطح یا طبقه است که به تدریج پیچیده‌تر و عمیق‌تر می‌شوند. بر طبق نظر بلوم، برای رسیدن به هر یک از سطوح عمیق‌تر باید از سطوح ساده‌تر گذشت [۳، ۱۰ و ۱۱].

الف. آگاهی^۴. پایین‌ترین سطح دانش و یادگیری ذهنی آگاهی است و شامل آن دسته از آموخته‌هایی است که بیشتر با حافظه سروکار دارد. یادگیری در این سطح متضمن توانایی به یاد سپردن و به یاد آوردن مطالب است، بدون اینکه در آنها تغییری داده شود. در واقع، آگاهی عبارت است از: تکرار پاسخهایی که قبلاً در موقعیت یادگیری تمرین و تکرار شده‌اند. به خاطر سپردن، به یاد آوردن، بازخوانی، بازشناسی و مانند آن نمونه‌هایی از یادگیری در سطح آگاهی‌اند (مثال: به یاد آوردن یک شماره تلفن با به خاطر آوردن یک نام).

ب. درک^۵: یادگیری در سطح درک و فهم عبارت از توانایی دانشجو در پی بردن به معنا و مفهوم یک مطلب و بیان آن با استفاده از کلمات و جملات خود است. به بیان دیگر، توانایی پی بردن دانشجو به مفهوم یک مطلب و تبیین آن با جملاتی است که خود می‌سازد، بی‌آنکه میان آن مطلب با مطالب دیگر ارتباط چندانی برقرار کند. درک کردن و فهمیدن به پاسخهایی بیشتر از آنچه پیشتر تمرین و آموخته شده‌اند، نیاز دارد. این پاسخهای اضافی عبارت‌اند از: برگرداندن یا ترجمه کردن، توصیف کردن، خلاصه کردن، تفسیر کردن؛ توانایی درک و برداشت مفهوم یک مطلب، برگرداندن مطالب از شکلی به شکل دیگر، توصیف یا خلاصه کردن مطالب، کشف شباهتها

-
1. Cognitive Domain
 2. Affective Domain
 3. Psychomotor Domain
 4. Knowledge
 5. Comprehension

و تفاوتها و ... (مثال: دانشجو بتواند محتوای یک متن را به زبان خود در چند خط ارائه دهد). اگر از دانشجو خواهیم که در موردی مثال بزند و آن مثال مشابه کتاب باشد، دیگر در سطح درک و فهم نیست، بلکه در سطح آگاهی است.

پ. کاربرد^۱: در این سطح، یادگیری عمق بیشتری نسبت به فهمیدن پیدا می‌کند و دانشجو توانایی به کار بستن قوانین، اصول و روشها را در موقعیت جدید پیدا می‌کند، بدون اینکه به او راه‌حلی ارائه شود. به بیان دیگر، این سطح معرفت قابلیت به کار بردن مطالب آموخته شده در شرایط جدید است. تواناییها در این سطح شامل به کار بردن، انجام دادن، اجرا کردن، تعمیر کردن، طرح کردن، استفاده کردن و مانند آن است (مثال: آزمایش فشار تک محوری را به درستی انجام دهد، معادله دو مجهولی را حل کند).

ت. تجزیه^۲: این سطح از یادگیری بر توانایی دانشجویان به تقسیم و شکستن مطلبی به اجزای کوچک‌تر تشکیل دهنده آن و همچنین، درک روابط بین اجزا و نحوه سازمان یافتن آن تأکید دارد. به بیان دیگر، تشخیص ارتباط بین اجزا، به گونه‌ای که سازمان‌بندی آن و مبنا و فرضی که در آن به کار رفته است، فهمیده شود. تواناییهای این سطح عبارت‌اند از: تجزیه و تحلیل کردن، آزمودن، مقایسه کردن، اکتشاف کردن، برآورد کردن، تعیین کردن، طبقه بندی کردن و مانند آن. (مثال: دانشجو باید بتواند پس از مطالعه نتایج یک کار تحقیقی در خصوص اثبات یا رد فرضیه آن شرحی بنویسد یا ارتباط بین شرایط اقلیمی و نوع زندگی در یک منطقه را توجیه کند).

ث. ترکیب^۳: ترکیب عبارت از توانایی در هم آمیختن و به هم پیوند زدن اجزا به منظور ایجاد یک کل جدید است. حاصل یادگیری در این سطح ارائه راه‌حلهای ابتکاری و خلاقانه است. لازمه یادگیری در این سطح داشتن خلاقیت به خصوص در زمینه به وجود آوردن سازمان‌بندی جدید است. از تواناییهای این سطح می‌توان به ترکیب کردن، آمیختن، تلفیق کردن و پهلوی هم گذاشتن عناصر و اجزا برای ایجاد یک کل جدید اشاره کرد. (مثال: دانشجو باید بتواند روش مؤثر و تازه‌ای را در انجام دادن کاری خاص ارائه دهد، طرحی اجرایی همچون پیشنهاد یک طرح

-
1. Application
 2. Analysis
 3. Synthesis

پژوهشی را تدوین کند، یک‌سری مطالب غیر ملموس مثل ساماندهی اطلاعات، تنظیم مطالب دارای ارتباط ویژه یا یک سخنرانی را تنظیم کند).

ج. ارزیابی^۱: از نظر بلوم ارزیابی بالاترین، کامل‌ترین و عالی‌ترین سطح یادگیری در حیطه شناختی به‌شمار می‌رود و شامل قضاوت در باره ارزشها، روشها، اطلاعات، ساختها و حتی شیوه‌های برخورد با مسائل و مشکلات مختلف است. قضاوت بر مبنای یک معیار مشخص بنا نهاده می‌شود. معیارها را ممکن است خود فرد تعیین کند (داخلی) یا به او عرضه شود (خارجی). ارزیابی و قضاوت مؤثر همچنین، به تجربه نیاز دارد. تواناییهای این سطح عبارت‌اند از: ارزیابی کردن، قضاوت کردن، انتخاب کردن، تئوریزه کردن، داوری در باره ارزش مطالب و روشها برای مقاصد معین، قضاوت و اظهار نظر در باره مؤثر بودن روشی ویژه، ارزیابی یک گزارش پژوهشی، گزینش بهترین مقالات یا گزارشها بر مبنای معیارهای خاص (مثال: دانشجو باید بتواند گزارش کار هم‌کلاسیهای خود را بررسی و نقد کند. دانشجو باید بتواند روشهای الف و ب را با هم مقایسه و گزینه برتر را انتخاب کند).

سطوح ۱ تا ۳ را گاه سطوح پایین^۲ و سطوح ۴ تا ۶ را سطوح بالای^۳ مهارت فکری می‌نامند. دروس کارشناسی مهندسی اغلب به سطوح ۱ تا ۳، به خصوص سطح ۳، محدود می‌شود، گرچه گاهی سؤالات سطح ۴ نیز در امتحانات مطرح می‌شوند. بدیهی است که همه آموزشگران مهندسی مایل‌اند که دانشجویانشان به سطوح بالاتری از مهارتهای فکری دست یابند، ولی در بسیاری از موارد، سخنرانیهای کلاسی و تکالیفی که برای منزل تعیین می‌کنند، حداکثر بر سطح ۳ متمرکز است. در نتیجه، اگر در امتحان سؤال سطح بالایی را بپرسند که چگونگی تفکر دانشجویان را بیازمایند و دانشجویان عملکرد ضعیفی در آن سؤال داشته باشند، آن را به ضعف دانشجویان یا عادت بد مطالعه آنها منسوب می‌کنند. متأسفانه، انتقاد این آموزشگران بجا نیست. همان‌گونه که پیشتر هم گفتیم، بشر از طریق تمرین مکرر و بازخورد نتایج، مهارتهای مورد نیاز خود را به‌دست می‌آورد. از این رو، در مواردی که آموزشی را در سطح ۳ ارائه داده‌ایم، منصفانه نخواهد بود اگر از دانشجویان بخواهیم که خودشان بفهمند که چگونه باید در سطوح ۴، ۵ و ۶ کار کنند. به‌ویژه غیرمنصفانه‌تر خواهد بود اگر از آنان بخواهیم که این کار سخت را در فرصت کوتاه یکی دو ساعته امتحان انجام دهند [۳ و ۴].

بهترین روش برای توسعه سطوح بالاتری از مهارتها در دانشجویان قرار دادن کارهای سطوح بالاتر در هدفهای آموزشی، به‌اطلاع دانشجویان رساندن هدفها توسط راهنمای درس، طرح مثالها و

-
1. Evaluation
 2. Lower Levels (Lower Orders)
 3. Higher Levels (Higher Orders)

نمونه‌هایی از سؤالات در کلاس درس و تمرینات و تکالیف بیشتر در منزل و قرار دادن سؤالات سطوح بالاتر در امتحان است. اگر همه این نکات رعایت شود، همه دانشجویانی که قادر به عملکرد در سطوح بالاتر هستند، قادر به انجام دادن آن خواهند بود و اگر همه آموزشگران یک برنامه آموزش مهندسی به‌طور مشترک این مسئله را در هر یک از دروسهای سالهای اول تا چهارم رعایت کنند، دانش‌آموختگان قادر به مدلسازی، طراحی و تفکر خلاق و انتقادی در سطوحی خواهند بود که در حال حاضر به سختی می‌توانیم باور کنیم.

جدول ۱: حوزه‌های عاطفی و روانی - حرکتی اهداف آموزشی [۸، ۹، ۱۲، ۱۳، ۱۴]

حوزه عاطفی اهداف آموزشی

هدفهای حوزه عاطفی به احساس، نگرش، انگیزش، قدردانی، ارزشگذاری و مانند آن مربوط می‌شوند. این طبقه بندی، به خلاف حوزه شناختی، بر حسب پیچیده‌تر شدن تدریجی مرتب نشده است، بلکه درجه بندی آن متکی به میزانی است که یک علاقه یا نگرش به‌صورت سبکی از زندگی فرد در می‌آید.

- دریافت کردن (یا توجه کردن): یادگیرنده به وجود یک پدیده یا محرک مشخص حساس می‌شود؛ یعنی به دریافت آن به‌طور آگاهانه علاقه پیدا می‌کند و به‌طور انتخابی به پدیده یا محرک توجه می‌کند. دریافت و توجه در تدریس عبارت از جلب، حفظ و هدایت توجه شاگرد به فعالیت آموزشی است.
 - پاسخ دادن: در این مرحله یادگیرنده نه تنها به توجه داشتن به پدیده یا محرک علاقه‌مند است، بلکه به‌طور فعالانه به آن توجه و از انجام دادن آن احساس رضایت خاطر می‌کند.
 - ارج نهادن: یادگیرنده برای یک مطلب، پدیده یا رفتار ارزش قایل می‌شود. در اینجا یادگیرنده مجموعه‌ای از ارزشها یا اندیشه‌های مشخص را درونی می‌کند و این اندیشه‌ها حالت نگرش شخصی او را پیدا می‌کنند.
 - ساماندهی ارزشها: در این سطح، یادگیرنده مفهوم یک ارزش را درک می‌کند و برای خود از مجموعه ارزشهای مختلف یک نظام کلی ارزشها را سازمان و ارزشهای مهم‌تر را در سطح بالاتری قرار می‌دهد.
 - نهادینه کردن ارزشها: در این سطح فرد دارای نظامی از ارزشها می‌شود که رفتار وی را به مدت طولانی کنترل می‌کند و در نهایت، نوعی شخصیت در وجودش پایدار می‌شود.
-

حوزه روانی - حرکتی اهداف آموزش

هدفهای آموزشی حوزه روانی - حرکتی مربوط به مهارتهایی است که انجام دادن آنها مستلزم همکاری اعصاب و ماهیچه‌هاست. هدفهای این حوزه قابل تفکیک از دو حوزه شناختی و عاطفی نیست، یعنی مهارت در انجام دادن یک عمل مستلزم درک، شناخت و علاقه بهتر و بیشتر از مفهوم و موقعیت است. هدفهای حوزه روانی - حرکتی به حرکات و اعمال ماهرانه بدنی چون نوشتن، تایپ کردن، ورزش کردن و انجام دادن مشاغل و حرفه‌های گوناگونی که با فعالیت بدنی و روانی هر دو سر و کار دارند، مربوط می‌شود. زمانی که فرد می‌تواند حرکات مستقل بدنی را یاد بگیرد یا مهارت‌های مختلفی را انجام دهد، اهداف حوزه روانی - حرکتی مورد نظر هستند. مثل اینکه فراگیر بتواند ۱۰۰ متر را در ۱۵ ثانیه بدود یا بتواند با یک شخص ناشنوا از طریق اشارات سر و دست رابطه برقرار کند یا دوچرخه سواری کند. بر طبق نظر سیمپسون حوزه روانی - حرکتی شامل هفت مرحله زیر است [۱۲ و ۱۴]:

- دریافت: آگاهی از کیفیت اشیا، استفاده از حواس برای هدایت کنشهای حرکتی؛
- آمادگی: آماده بودن برای انجام دادن یک عمل؛
- پاسخ هدایت شده: رفتار زیر نظر مربی، عمل کردن به کمک هدایت یک الگو،
- خودکارشدن: عادی شدن رفتار یاد گرفته شده؛
- رفتار مرکب: رفتار ماهرانه که با صرف حداقل وقت و انرژی به دست می‌آید؛
- انطباق: استفاده از مهارت‌های قبلاً آموخته شده برای انجام دادن تکالیف تازه ولی مربوط به گذشته؛
- ابتکار: تغییر رفتار با توجه به تغییر وضعیت و خلق الگوهای تازه حرکتی برای حل مسائل غیر معمول.

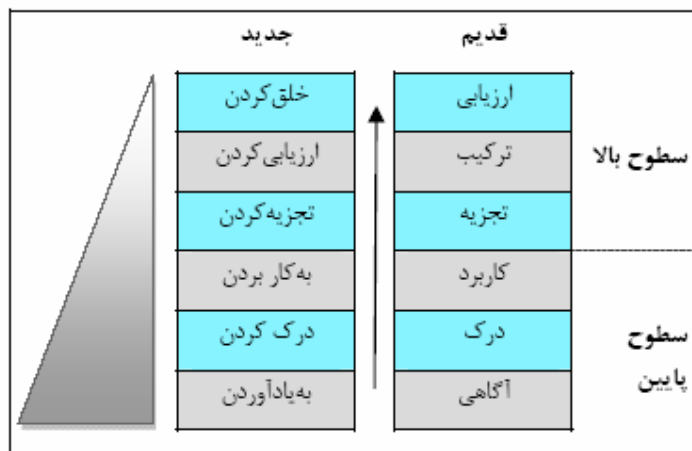
طبقه‌بندی هدفهای آموزشی بلوم سالهاست که به‌طور وسیع و برای مقاصد گوناگون به‌کارگرفته می‌شود. البته، گروهی از پژوهشگران بر این عقیده‌اند که استفاده از طبقه‌بندی بلوم باید با احتیاط صورت بگیرد، چون هم طبیعت تجمعی و هم ساختار سلسله مراتبی آن و همچنین، کاربرد آن به‌عنوان یک تئوری فراگیر، هنوز به تأیید کامل نرسیده است. همان‌گونه که پیشتر گفتیم، بر طبق طبقه‌بندی بلوم، یک دانشجو باید همه دانش ضروری در باره یک دستاورد را داشته باشد، قبل از آنکه بتواند آن را به‌کار ببندد. بررسیها نشان می‌دهد که این روال در جاهایی لغو می‌شود، برای مثال، از قول یک موزیکدان جاز نقل می‌کنند که گفته است: "من جاز را تشخیص می‌دهم (فهمیدن) و جاز می‌زنم (کاربرد)، ولی نمی‌توانم جاز را تعریف کنم (آگاهی)". نتیجه اینکه گر چه ممکن است دستاوردهای یازده‌گانه برنامه‌های آموزش مهندسی در جاهایی طبیعت تجمعی داشته باشند،

به گونه‌ای که تکمیل یک قسمت با توانایی آغاز قسمت بعدی همراه باشد، ولی این امر عمومیت ندارد. از این روست که در به‌کارگیری طبقه‌بندی بلوم باید به این‌گونه محدودیت‌های آن توجه کرد.

در یکی دو دهه گذشته، و به دنبال انجام یافتن پژوهش‌های زیاد، طبقه‌بندی بلوم مورد بازنگری قرار گرفت. در همین خصوص، در سال ۱۹۹۰ گروهی از دانشمندان به سرپرستی لورین آندرسون^۱، که یکی از دانشجویان قدیمی بلوم بود، طبقه‌بندی وی را، با توجه به شرایط و نیازهای دنیای جدید، بازنگری کردند. در جدول ۲ طبقه بندی اصلاح شده آندرسون آمده است. در شکل ۱ نیز طبقه بندی هدفهای آموزشی قبلی (بلوم، ۱۹۵۶) [۸ و ۹] و جدید (آندرسون ۱۹۹۰) [۱۵] با یکدیگر مقایسه شده‌اند. همچنان‌که در این شکل دیده می‌شود، یکی از مهم‌ترین تغییرات در این طبقه‌بندی جدید استفاده از افعال به جای اسامی برای معرفی هر یک از سطوح طبقه‌بندی است (مثل به‌کاربردن در مقابل کاربرد). نکته دیگر اینکه دو سطح فوقانی در مدل جدید نسبت به مدل قدیم جا به جا شده‌اند. بالاخره، در طبقه‌بندی جدید هر سطح به افعال کنشی خاصی منحصر نمی‌شود و برخی از این افعال ممکن است در تعدادی از سطوح تکرار شوند [۱۵ و ۱۶]. از افعال کنشی مندرج در جدول ۲ می‌توان برای تهیه هدفهای یادگیری دارای سطوح مختلف استفاده کرد.

جدول ۲: طبقه بندی اصلاح شده هدفهای آموزشی [۱۵ و ۱۶]

به یاد آوردن	آیا دانشجو می‌تواند اطلاعات را به خاطر آورد؟	تعریف کردن، فهرست کردن، به خاطر سپردن، به یاد آوردن، تکرار کردن.
درک کردن	آیا دانشجو می‌تواند ایده‌ها یا مفاهیم را توضیح دهد؟	طبقه‌بندی کردن، توصیف کردن، بحث کردن، توضیح دادن، شناختن، تعیین محل کردن، بازشناختن، گزارش کردن، انتخاب کردن، ترجمه کردن.
به‌کاربردن	آیا دانشجو می‌تواند اطلاعات را به روشی تازه به‌کارگیرد؟	انتخاب کردن، نشان دادن، به‌کارگرفتن، محور کردن، تفسیر کردن، اداره کردن (به کارانداختن)، برنامه‌ریزی کردن، حل کردن، استفاده کردن، نوشتن.
تجزیه کردن	آیا دانشجو می‌تواند بخشهای مختلف را از هم تشخیص دهد؟	تخمین زدن، مقایسه کردن، نقد کردن، تفکیک کردن، تفاوت‌قابل شدن، تشخیص دادن، امتحان کردن، تجربه کردن، پرسیدن، آزمایش کردن.
ارزیابی کردن	آیا دانشجو می‌تواند یک وضعیت یا تصمیم را توجیه کند؟	ارزیابی کردن، استدلال کردن، دفاع کردن، قضاوت کردن، انتخاب کردن، پشتیبانی کردن.
خلق کردن	آیا دانشجو می‌تواند یک محصول یا ایده جدید را بیافریند؟	سوار کردن، ساختن، خلق کردن، طراحی کردن، توسعه دادن، فرمول بندی کردن، تالیف کردن.



شکل ۱: مقایسه طبقه بندی هدفهای آموزشی قدیمی (بلوم، ۱۹۵۶) و جدید (آندرسون ۱۹۹۰) [۸ و ۱۵]. به سمت سطوح بالاتر هدفها عمیق تر و پیچیده تر و دستیابی به آنها مشکل تر می شود.

۴. هدفها و دستاوردهای آموزش مهندسی

هر برنامه آموزش مهندسی دارای اهداف کلی (کلان) است. این اهداف به هدفهای کوچک تری به نام هدفهای یادگیری یا هدفهای رفتاری تقسیم می شوند که هر یک نتایج مورد انتظار از یک درس یا بخشی از درس را پوشش می دهند. آنچه دانشجویان از آموزش کسب می کنند، دستاورد است. در مقایسه هدفها و دستاوردهای آموزش چنین می توان گفت که هدفها نتایج متصور از تدریس یا ارائه برنامه آموزشی اند، در صورتی که دستاوردها نتایج کسب شده از آموخته ها و به بیان دیگر، شاهدهی بر وقوع یادگیری اند. هدف، آنچه مورد انتظار است را مشخص می کند و آنچه باید ارزیابی شود را توضیح می دهد و دستاورد رفتار یا محصولی است که پس از آموزش توسط دانشجو حاصل می شود و موضوع ارزیابی قرار می گیرد [۱۷].

۵. هدفها و دستاوردهای برنامه آموزشی

پیشتر گفتیم که کسب ارزشیابی برای یک برنامه آموزش مهندسی تأمین ۹ ملاک مشخص شده توسط سازمان ارزشیابی است که از این میان ملاکهای ۲ (هدفها) و ۳ (دستاوردها) از اهمیت بیشتری برخوردارند. برطبق ملاک ۲، برنامه ای که به دنبال کسب ارزشیابی است باید مجموعه ای از اهداف آموزشی منطبق بر مأموریت دانشگاه و نیازهای طرفهای درگیر در برنامه را تدوین و آنها را به طور

ادواری بازبینی کند و همچنین، باید برنامه درسی را طراحی و اجرا و برنامه‌ای برای دستیابی به اهداف آن تدوین کند و بالاخره، باید یک نظام ارزیابی برای نشان دادن میزان دستیابی به اهداف و بهبود کارایی برنامه تهیه کند [۱ و ۲].

چون برنامه‌های آموزش مهندسی مأموریت‌های متفاوت، ترکیب دانشجویی مختلف و منابع متفاوتی دارند، مؤسسات ارزشیابی معمولاً تعیین هدفهای آموزشی، دستاوردها، روش ارائه مطالب و روش ارزیابی درونی را به خود مؤسسات آموزشی واگذار می‌کنند. در نتیجه، اهداف می‌تواند از یک برنامه به برنامه دیگر، حتی در یک مؤسسه آموزشی، تغییر کند، فقط با این شرط که نیازهای ملاک ۲ تأمین شده باشد.

هدفهای آموزشی برنامه^۱ یا هدفهای کلی، عباراتی برای توصیف تواناییهای کاری و حرفه‌ای است که مایلیم دانش‌آموختگان برنامه به آن دست‌یابند. این هدفها نشان می‌دهد که چگونه برنامه آموزش مهندسی مایل است مأموریت آموزشی خود و نیازهای طرفهای درگیر را تأمین کند. مثال: ایجاد پایه‌ای قوی در علوم پایه و ریاضیات، خبرگی در علوم مهندسی و طراحی و درک و ارزش‌گذاری علوم انسانی و اجتماعی در دانشجویان.

هدفهای آموزشی (کلی) یک درس یا یک برنامه ممکن است از پیشتر وجود داشته و نیاز به بازبینی و اصلاح داشته باشند یا وجود نداشته باشند و لازم باشد که آنها را تهیه کنیم. با تهیه هدفهای آموزشی برنامه، یعنی اهدافی که مأموریت را تأمین می‌کند، استادان متوجه خواهند شد که وضعیت کنونی برنامه چیست و مایل‌اند چگونه باشد؟ حاصل این تجربه ایجاد زیرساختی منسجم برای توسعه کل دروس برنامه آموزشی است. در صورتی که استادان سرفصلهای دروس، هدفهای آموزشی، روش تدریس و ارزیابی خود را، به‌گونه‌ای که در جهت اهداف آموزشی برنامه باشد، تدوین کنند، برنامه آموزشی منسجمی به‌دست می‌آید که در آن هر درس دارای نقشی کاملاً مشخص و مرتبط با دروس دیگر و در جهت تأمین مأموریت برنامه خواهد بود. تهیه اهداف یادگیری درس یا کارهایی که دانشجویان باید انجام دهند تا تسلط به مطالب درس را ثابت کنند، از عوامل مهم این فرایند پر اهمیت است، زیرا برنامه را قادر می‌سازد که نشان دهد که با چه دقتی دستاوردهای برنامه حاصل شده است [۳].

دستاوردهای برنامه^۲ عباراتی دقیق است که برای توصیف آن چیزی به‌کار می‌رود که انتظار می‌رود تا دانشجویان در زمان دانش - آموختگی بدانند یا قادر به انجام دادن آن باشند. دستاوردها در واقع،

1. Program Educational Objectives

2. Program Outcome

دانش، مهارتها و نگرشهای کسب شده دانش‌آموختگان است که به‌عنوان شواهدی برای اندازه‌گیری میزان دستیابی به هدفهای آموزشی برنامه به کار می‌روند.

بر طبق ملاک ۳، یک برنامه آموزش مهندسی که به‌دنبال کسب ارزشیابی است، باید دستاوردهای برنامه را تهیه کند، روشی برای ارزیابی دستاوردها داشته باشد، دستاوردها را ارزیابی کند و نشان دهد که نتایج فرایند ارزیابی برای توسعه و بهبود برنامه به کار گرفته شده است [۱ و ۱۷ و ۱۸]. دستاوردهای در نظر گرفته شده برای یک برنامه آموزش مهندسی باید ۱۱ دستاورد مندرج در جدول ۳ را که سازمان ارزشیابی عرضه کرده است، پوشش دهد، ولی نیازی نیست که برگردان کلمه به کلمه آنها باشد. مثال: دانش‌آموختگان برنامه قادر خواهند بود که مسائل مهم اجتماعی و زیست محیطی را تحلیل کنند و راه‌حلهای فناورانه و اقتصادی را که مهندسان می‌توانند ارائه کنند، شناسایی و در باره آن بحث کنند.

این عبارت ملاکهای ث (شناسایی مسائل مهندسی)، ج. (درک مسئولیتهای حرفه‌ای و اخلاقی)، ج. (درک کاربردهای جهانی و منطقه‌ای مهندسی)، د. (آگاهی از مسائل معاصر) را پوشش می‌دهد. برای اینکه یک برنامه شرایط ارزشیابی را اقماع کند، باید هر یک از ۱۱ دستاورد جدول ۳ در یک یا تعدادی از دستاوردهای تعیین شده برای برنامه قرار بگیرند.

جدول ۳: یازده دستاورد مورد نیاز برای ارزشیابی یک برنامه آموزش مهندسی [۱ و ۲]

الف. توانایی به‌کارگیری دانشهای ریاضی، علوم و مهندسی؛
ب. توانایی طراحی و اجرای آزمایشها و همچنین، تحلیل و تفسیر داده‌ها؛
پ. توانایی طراحی یک سیستم، وسیله یا فرایند برای رفع نیازها با در نظر گرفتن واقع بینانه محدودیتهای اقتصادی، اجتماعی، سیاسی، اخلاقی، تندرستی و ایمنی؛
ت. توانایی کار کردن در گروههای با عملکردهای چندگانه؛
ث. توانایی شناسایی، ساماندهی و حل مشکلات مهندسی؛
ج. توانایی درک مسئولیتهای حرفه‌ای و اخلاقی؛
چ. توانایی برقراری ارتباط مؤثر؛
ح. کسب آموزشهای لازم برای درک تأثیر راه‌حلهای مهندسی در قالب جهانی، اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی؛
خ. درک ضرورت کسب مداوم آموزش در طول کار حرفه‌ای؛
د. آگاهی از مسائل معاصر؛
ذ. توانایی استفاده از فناوریها، مهارتها و ابزارهای مدرن و ضروری برای فعالیتهای مهندسی.

در مواردی ممکن است دامنه دستاوردهای تهیه شده برای برنامه فراتر از ۱۱ مورد مندرج در جدول ۳ باشد تا بتواند کل هدفهای آموزشی در نظر گرفته شده برای برنامه را در بر بگیرد. نکته دیگر اینکه گرچه برنامه باید شواهدی عرضه کند که نشان دهد نتایج فرایند ارزیابی به منظور توسعه برنامه به کار گرفته می‌شود، ولی باید توجه داشت که یک برنامه آموزشی در اولین ارزیابی فقط باید نشان دهد که طرحی برای ارزیابی بهبود مداوم دستاوردهای برنامه دارد و کوشش جدی برای اجرای آن به عمل می‌آید. بدیهی است که در ارزیابیهای بعدی باید نشان داده شود که با به کارگیری آن روشها پیشرفت چشمگیری در برنامه حاصل شده است [۱، ۳، ۱۷ و ۱۸].

اگر دستاوردها به طور مرتب ارزیابی و نتایج برای بهبود درسها به کار گرفته شوند، میزان دستیابی برنامه به اهداف بیشتر می‌شود. در جدول ۴ مفاهیم عمومی مرتبط با هدفها و دستاوردهای برنامه و درسها ارائه شده است. امروزه، مراکز چندی مجموعه‌هایی از دستاوردهای مختلف برای آموزش مهندسی را که می‌توانند به گونه‌ای دستاوردهای ۱۱ گانه تجویز شده را پوشش دهند، توسط مراکز عرضه شده است.^۱

جدول ۴: مفاهیم عمومی مرتبط با هدفها و دستاوردها [۳ و ۴]

- هدفهای آموزشی برنامه^۱: عباراتی کلی برای توصیف تواناییهای کاری و حرفه‌ای است که مایلیم دانش‌آموختگان برنامه به آن دست‌یابند.
- دستاوردهای برنامه^۲: دانش، مهارتها و نگرشهای کسب شده دانش‌آموختگان است که به عنوان شاهدی برای اندازه‌گیری میزان دستیابی به هدفهای آموزشی برنامه به کار می‌روند.
- درس اصلی^۳: مجموعه‌ای از درسهای برنامه که برای پوشش دادن همه یا تعدادی از دستاوردهای برنامه انتخاب شده‌اند.
- هدفهای یادگیری درس^۴: عباراتی که نشان‌دهنده کنش قابل مشاهده دانشجویان است که به عنوان شاهدی از دانش، مهارتها و نگرشهای کسب شد در یک درس عمل می‌کند.
- هدفهای مرتبط با دستاوردها^۵: یا هدفهای یادگیری یک درس اصلی که به طور خاص یک یا تعدادی از دستاوردهای برنامه را پوشش می‌دهد.

۱. یکی از مراکز که با همکاری چند دانشگاه آمریکایی درست شده است، می‌توانید در وبگاه زیر ببینید

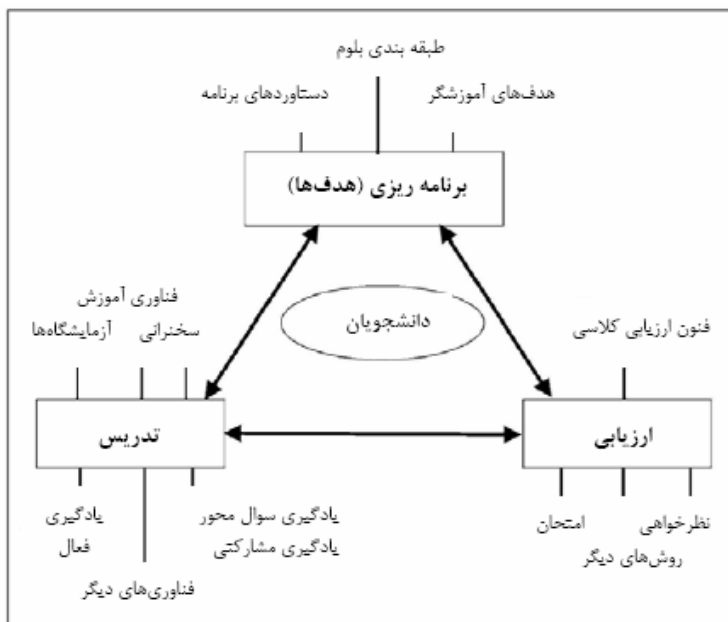
(http://www.engrng.pitt.edu/~ec2000) [۱۹].

2. Program Learning Objectives
3. Program Outcomes
4. Core Courses
5. Course Learning Objectives
6. Outcome Related Learning Objectives

۶. هدفهای یادگیری درسها

تهیه درسی که اهداف خاصی را تأمین کند، به کوشش در سه زمینه برنامه‌ریزی، تدریس و ارزیابی نیاز دارد (شکل ۲).

- ❖ برنامه‌ریزی: تعیین محتوای درس و تعریف هدفهای یادگیری قابل اندازه‌گیری برای آن؛
- ❖ تدریس: انتخاب و کاربرد روشهای عرضه مطالب درسی به‌گونه‌ای که دستیابی به اهداف توسط دانشجویان تسهیل شود؛
- ❖ ارزیابی: انتخاب و کاربرد روشهایی برای تعیین اینکه چگونه و تا چه حد هدفهای درس تأمین شده‌اند.



شکل ۲: عناصر اصلی در طراحی درسهای مهندسی [۳]

همچنان‌که در شکل ۲ نشان داده شده است، سه مرحله برنامه‌ریزی، تدریس و ارزیابی حالتی چرخه‌ای دارند و اطلاعاتی که در هر یک از آنها گردآوری می‌شود، به دو زمینه دیگر بازخورد داده می‌شود و می‌تواند باعث بهبود مداوم درس شود. برای مثال، اگر ارزیابی نشان دهد که یک هدف به‌نحو رضایتبخشی حاصل نشده است، ممکن است باعث بازنگری اهداف آموزشی درس یا نحوه

تدریس مرتبط با آن بشود. به‌طور مشابه، با بهبود و ارتقای نحوه تدریس می‌توان هدفهای جدیدی [با سطوح بالاتر] به برنامه افزود و با توجه به آنها نحوه ارائه برنامه و ارزیابی آن را نیز تعدیل کرد. در یک برنامه آموزشی هر یک از درسهای اصلی مهندسی باید به‌گونه‌ای طراحی و اجرا شوند که بتوانند به تنهایی حداقل یک و به‌طور مجموع همه ۱۱ دستاورد مندرج در جدول ۳ را پوشش دهند. دروس اصلی^۱ مجموعه‌ای از درسها هستند که برای حصول به دانش، مهارتها و نگرشهای مشخص شده در دستاوردها عرضه می‌شوند. دروس اجباری برنامه آموزشی کاندیدهای بدیهی در این زمینه هستند. دروس اجباری دیگری (مثل دروس ریاضی و علوم انسانی) را که توسط دیگر برنامه‌ها عرضه می‌شوند نیز اگر با دستاوردهای برنامه مرتبط باشند، می‌توان به‌این فهرست اضافه کرد. دروس اختیاری که برخی از دانشجویان آنها را اخذ می‌کنند و دروسی که محتوای آنها از یک ارائه به ارائه دیگر متفاوت است و دستاورد ممکن است در یکی از این ارائه‌ها پوشش داده نشود، نباید به‌عنوان درس اصلی در نظر گرفت.

برای هر درس اصلی نیز باید یک یا تعدادی هدف تعریف کرد. هدف درس^۲ و در واقع، هدف یادگیری وابسته به دستاورد و نشان دهنده کنش قابل مشاهده در دانشجویست که به‌عنوان شهادی بر دانش، مهارتها و نگرشهای به‌دست آمده در یک درس به‌کار می‌رود [۱۷]. هدف درس باید دارای فعلی باشد که نشان دهنده عمل قابل مشاهده است، برای مثال:

❖ به زبان قابل درک دانشجویان درس فیزیک ۱، مفاهیم وزن مخصوص، فشار بخار و نقطه شبنم را توضیح دهید.

❖ آزمایشی را برای اندازه‌گیری مقاومت کششی سنگ طراحی و اجرا کنید.

همان‌گونه که پیشتر گفته شد، عبارات حاوی کنشهای غیر قابل مشاهده [چون فراگرفتن، دانستن، فهمیدن و ارزش‌گذاردن] را نمی‌توان به‌عنوان هدف یادگیری درس استفاده کرد، چون فهمیدن را نمی‌توان به‌طور مستقیم مشاهده کرد و دانشجو باید کاری قابل مشاهده برای فهمیدن خود انجام دهد.

هدفهای یک درس اصلی باید یک یا تعدادی از دستاوردها را پوشش دهد و در تمام ارائه‌های درس، صرف‌نظر از مدرس آن، بدون تغییر وجود داشته باشند. البته، ممکن است برای یک درس هر آموزشگر هدفهای آموزشی اضافی دیگری را نیز تعیین کند، ولی هدفهای وابسته به دستاورد درس باید همواره ثابت و بدون تغییر باشند. در این صورت است که برنامه می‌تواند نشان دهد که اگر یک

۶۰ تدارک هدفها و دستاوردهای آموزش مهندسی

یا تعدادی از هدفهای درس یک دستاورد خاص برنامه را پوشش دهد، آن درس آن دستاورد را پوشش می‌دهد. باید توجه داشت که ارزیابان مؤسسات ارزشیابی به‌طور معمول به دنبال چنین اطلاعاتی در پرسشنامه تکمیل شده ارزیابی درونی برنامه هستند.

تهیه هدفهای یادگیری برای برخی از دستاوردهای ملاک ۳ (جدول ۳) نسبتاً ساده است. برای مثال، تقریباً هر هدفی را که بتوان برای یک درس مهندسی نوشت، به‌نحوی دستاورد الف. (کاربرد دانش ریاضیات، علوم و مهندسی) را پوشش می‌دهد. به‌همین ترتیب، نوشتن هدف یادگیری برای دستاورد د. (کاربرد فنون، مهارتها و ابزارهای مدرن مهندسی) نیز مشکل نیست. اما کار با دستاوردهای دیگر کمی مشکل‌تر است. برای مثال، دستاورد ث. (تعیین، ساماندهی و حل مسائل مهندسی) نیاز به کمی فکر کردن دارد. امروزه، منابعی حاوی مجموعه‌ای از هدفهای فراگیری برای دستاوردهای مختلف در دسترس است [۳ و ۴].

تهیه هدفهای یادگیری درس: وقتی هدفهای درس را می‌نویسید، از زبان واضح و واژه‌های روزمره استفاده کنید. هدفهای یادگیری را به‌دوم شخص (شما) و در زمان آینده بنویسید. در ارتباط با هدفها به چند نکته زیر نیز توجه داشته باشید [Fry, Ketteridge, Marshall, 2003]:

❖ از دانشجویان یادگیریهای مشخصی را که از یک فعالیت خاص حاصل می‌شود، بخواهید. برای مثال، به‌جای جمله "با روشهای آزمایشگاهی تعیین مقاومت سنگ آشنا خواهید شد"، بنویسید "قادر خواهید بود که با استفاده از دستگاه پرس، مقاومت فشاری تک‌محوری سنگ را تعیین کنید".

❖ از واژه‌های دقیق و قابل سنجش استفاده کنید، مثل نقد کنید، تعریف کنید، تشخیص دهید، حل کنید، پیش‌بینی کنید، به جای واژه‌های مبهم و غیر قابل اندازه‌گیری مثل درک کنید، بدانید، قردانی کنید، آشنا شوید.

❖ در خصوص تعداد هدفها، تواناییهای دانشجویان و محدودیتهای درس را در نظر بگیرید. چه تعداد دستاورد را دانشجویان واقعاً می‌توانند در طول این درس به‌دست آورند؟ اقلام کم اهمیت را حذف کنید و بگذارید دانشجویان بر مهم‌ترین دستاوردهای یادگیری متمرکز شوند (۴ تا ۶ هدف برای هر درس کافی است).

از قبل در باره نحوه ارزیابی دستاوردها فکر کنید. وقتی پیش‌نویس هر دستاورد را نهایی می‌کنید، از خود بپرسید که چگونه میزان دستیابی دانشجویان به آن دستاورد را اندازه‌گیری خواهید کرد. به بیان دیگر، دانشجویان چه باید انجام دهند تا شما را قانع کنند که آنچه را از آنها خواسته‌اید، یادگرفته‌اند؟

در برخی از درسها آنچه دانشجویان یاد می‌گیرند می‌تواند فراتر از محتوای مطالب درسی باشد. از این رو، در چنین مواردی هدفهای درس و به‌تبع آن دستاوردهایی را که دانشجویان از درس خواهند داشت، می‌توان به دو دسته تقسیم کرد: دسته اول دستاوردهایی است که با یادگیری محتوای مطالب درسی به دست آمده‌اند [مثل در پایان این درس شما قادر خواهید بود که با استفاده از وسایل لازم نمونه‌های خاک را طبقه‌بندی کنید]. دسته دوم درباره مهارت‌های شناختی، مهارت‌های جمعی و دیگر دستاوردهای مستقل از خیرگی دانشجویان در محتوای مطالب درسی است [مثل در پایان این درس شما قادر خواهید بود که با همکلاسیهای خود به صورت گروهی کار کنید]. برای هر هدف یادگیری درسی و دستاورد برنامه عملکرد قابل قبول دانشجویان و نحوه نمایش رسیدن به آن را توسط دانشجویان مشخص کنید.

در پایان فرایند تهیه هدفها و دستاوردها، با استفاده از فهرست زیر می‌توان از مناسب بودن آنها اطمینان حاصل کرد:

- ❖ استفاده از افعال کنشی که رفتاری مشخص و قابل مشاهده را نشان می‌دهند؛
- ❖ به‌کارگیری زبان ساده؛
- ❖ توصیف رفتار دانشجو و نه استاد؛
- ❖ توصیف یک دستاورد یادگیری و نه یک فرایند یادگیری؛
- ❖ تمرکز بر رفتار دانشجویان در پایان تدریس و نه پوشش موضوع درس؛
- ❖ اشاره به یک دستاورد منفرد در هر هدف؛
- ❖ ارتباط مشخص با یک هدف کلی؛
- ❖ واقع بینانه و قابل حصول بودن؛
- ❖ در جایی که پیچیدگی مورد نظر است ساده نیست؛
- ❖ برای افراد خارج از رشته واضح است؛
- ❖ همکاران گروه آموزشی آن را اعتبار سنجی کرده‌اند.

۷. ارزیابی هدفها و دستاوردها

در آموزش مهندسی اغلب لازم می‌شود تا در باره میزان یادگیری یک مطلب توسط دانشجویان یا تسلط آنها به یک مهارت خاص یا تعیین مناسب بودن آموزش ارائه شده توسط استاد یا میزان دستیابی برنامه آموزشی به هدفهایش قضاوت کنیم. همان‌گونه که پیشتر هم گفته شد، یکی از نیازهای مهم فرایند ارزشیابی برنامه‌های آموزش مهندسی تدوین روشی برای ارزیابی دستاوردهای

برنامه است. برای دستیابی به یک قضاوت صحیح در این خصوص، نیاز به انجام دادن دو مرحله ارزیابی و قضاوت داریم [۲، ۲۰].

❖ ارزیابی^۱: یا استفاده از یک یا چند فرایند مختلف برای شناسایی، گردآوری و آماده سازی داده‌ها. تصمیم‌گیری در باره داده‌هایی که مبنای قضاوت قرار خواهند گرفت و همچنین، رویه‌هایی (مشاهدات، اندازه‌گیریها، آزمایشها و...) که برای کسب داده‌ها به کار خواهند آمد و سپس، انجام دادن هر نوع عملیات تحلیلی برای سامان دادن داده‌ها به صورتی که برای مرحله بعد مناسب باشد.

❖ قضاوت^۲: یا استفاده از یک یا چند فرایند مختلف برای تفسیر داده‌ها و شواهدی که در طی فرایند ارزیابی گردآوری شده است. استفاده از نتایج مرحله ارزیابی و ملاکهای از پیش تعیین شده برای انجام دادن قضاوت نهایی [این کار دانشجو مستحق چه نمره‌ای است؟ آیا این درس جدید آزمایشگاهی از درس قدیمی بهتر است و زحمات و هزینه‌های صرف شده را توجیه می‌کند؟ آیا مهارت‌های ارتباطی دانش‌آموختگان رضایتبخش است؟ آیا این مقاله را به همین صورت می‌توان برای چاپ پذیرفت یا باید آن را رد کرد یا آن را برای اصلاح به نویسنده باز فرستاد؟]

در چند دهه گذشته ارزیابی و قضاوت در آموزش مهندسی اهمیت زیادی یافته یا به بیان دیگر، اهمیتشان به نحو گسترده‌تری شناخته شده است. امروزه، ارزشیابی برنامه‌های آموزش مهندسی، همان‌گونه که در ادامه خواهیم دید، بر مبنای فرایندهای ارزیابی و قضاوت صورت می‌گیرد. به همین ترتیب، اگر درس جدیدی را طراحی یا یک بسته نرم افزاری آموزشی را تهیه کنیم یا یک استراتژی تدریس متفاوت را در کلاس به کار گیریم و بخواهیم مقاله‌ای پژوهشی در باره آنها تهیه کنیم، داوران ارزیابی کننده مقاله بیش از همه به برنامه ارزیابی و قضاوت ما توجه می‌کنند. اگر وجود نداشته یا برجسته نشده باشد، مقاله را به طور حتم رد خواهند کرد، هر چند ایده طرح شده در آن هوشمندانه و بدیع باشد. جمله‌ای کلی و مبهم مثل اینکه "ما این روش را آزمودیم و آن را پسندیدیم و دانشجویان نیز آن را پسندیدند" شاید چند سال پیش قابل قبول بود، ولی امروزه در مقالات پژوهشی پذیرفته نیست. به همین ترتیب، اگر بودجه تحقیقاتی برای انجام دادن یک پژوهش از دانشگاه یا یک مرکز معتبر دیگر تقاضا کنیم، ولی بخشهای ارزیابی و قضاوت مناسبی در پیشنهاد ما وجود نداشته باشد، به

1. Assessment

2. Evaluation

احتمال زیاد با پاسخ مثبت رو به رو نخواهیم شد. این‌گونه مراکز معمولاً مایل به سرمایه‌گذاری بر ایده‌هایی هستند که دارای برنامه‌ای واقع بینانه برای تعیین کارایی طرح پیشنهادی باشد [۲].

پس از آنکه دستاوردهای برنامه آموزشی و هدفهای یادگیری مرتبط با دستاوردها را برای همهٔ درسهای اصلی تعیین کردیم، باید برنامه‌ای را برای ارزیابی میزان دستیابی به اهداف تهیه کنیم. به‌کارگیری چند روش مختلف نتایج فرایند ارزیابی را بهبود می‌بخشد. هر چه روشهای مورد استفاده برای ارزیابی دستاوردهای برنامه بیشتر باشد، میزان قابل اعتماد بودن و اعتبار ارزیابی بالا خواهد رفت. برای ارزیابی برنامه می‌توان از نظرخواهی و مصاحبه با دانشجویان سال آخر، دانش‌آموختگان و کارفرمایان آنها، احتمال کارایی دانش‌آموختگان و حقوق اولیه آنها، شانس ادامه تحصیل در مقاطع بالاتر، عملکرد در کارآموزیها و مانند آن استفاده کرد.

برای ارزیابی درسها نیز می‌توان از نظرخواهی از دانشجویان به‌طور فردی یا گروهی، تکالیف درسی، نتایج امتحانات کتبی یا امتحاناتی که به‌طور وضوح با هدفهای یادگیری مرتبط باشند، گزارشهای کتبی و ارائه شفاهی دانشجویان و مانند آن استفاده کرد. برای ارزشگذاری پروژه‌ها و گزارش فعالیتهای آزمایشگاهی نیز می‌توان از معیارهایی چون استحکام تکنیکی، نحوهٔ ساماندهی مطالب، کامل بودن بحث و کیفیت نگارش استفاده کرد. هرکدام از این ویژگیها را می‌توان به سه صورت کم، متوسط و زیاد درجه‌بندی کرد.

۸. جدول ارزیابی

با یک روش نسبتاً ساده می‌توان سهم یک درس و سهم مجموعه درسها را در تأمین هدفهای آموزشی یا دستاوردهای برنامه تعیین کرد. برای نشان دادن اینکه در کجای برنامهٔ درسی به هر یک از دستاوردها توجه شده است، می‌توان یک ماتریس یا جدول ارزیابی درس^۱ را برای هر درس اصلی سامان داد. در این جدول سطرها دستاوردهای برنامه و ستونها نیز هدفهای یادگیری یک درس خاص هستند. برای ارزشگذاری می‌توان از حروف ک، م و ز در خانه‌های جدول استفاده کرد که به‌ترتیب معرف پوشش کم، متوسط و زیاد دستاورد مورد نظر، توسط هر یک از هدفهای یادگیری درس است (جدول ۵). این جدول سهم یک درس را در اقلان دستاوردهای برنامه نشان می‌دهد.

پس از آنکه جدول ارزیابی هر یک از درسها تهیه شد، می‌توان جدول ارزیابی دستاوردهای برنامه^۲ را نیز تهیه کرد (جدول ۶). در اینجا نیز سطرها دستاوردهای برنامه و ستونها درسهای اصلی برنامه

-
1. Course Assessment Matrix
 2. Program Outcome Assessment Matrix

۶۴ تدارک هدفها و دستاوردهای آموزش مهندسی

هستند. این جدول چکیده‌ای از نحوه ارزیابی دستاوردهای برنامه و درسهایی را که برای بالا بردن سطح دستیابی به هر دستاورد باید بر آنها تمرکز کرد، نشان می‌دهد [۳ و ۴]. ارزشگذاری هر درس در جدول ارزیابی بر مبنای مرور سرفصلها، هدفهای یادگیری، آزمونها و دیگر روشهای ارزیابی صورت می‌گیرد [۳]. برنامه موفق آن است که مجموعه درسهای اصلی آن بتواند همه دستاوردهای برنامه را پوشش دهد.

ارزیابان سازمان ارزشیابی به‌طور معمول به دستاوردهایی که فقط یک یا دو درس آن را پوشش می‌دهند، به‌خصوص درسهایی که خارج از برنامه عرضه می‌شوند مثل مهارتهای ارتباطی یا ایمنی و اخلاق که فقط در یک یا دو درس عمومی پوشش داده می‌شوند، حساس هستند. پیشنهاد می‌شود تا آنجا که امکان دارد، هر دستاورد پوشش گسترده‌ای در سطح برنامه داشته باشد تا با تکرار هر چه بیشتر، امکان دستیابی به دانش، مهارتها و نگرشهای مورد انتظار از آن افزایش یابد.

جدول ۵: ارزیابی رابطه دستاوردهای برنامه با هدفهای یادگیری یک درس (درس ژئوتکنیک برنامه کارشناسی مهندسی اکتشاف معدن)

هدفهای یادگیری درس*			دستاوردهای برنامه
۳	۲	۱	
ک	ز	ز	۱. توانایی کاربرد اصول ریاضی، علمی و مهندسی برای شناسایی، ساماندهی و حل مسائل مهندسی
	ز	م	۲. توانایی طراحی و انجام دادن آزمایشها و تحلیل و تفسیر داده‌ها با ابزارها و روشهای مدرن مهندسی
	م		۳. توانایی طراحی فرایندها و محصولات مهندسی برای رفع نیازهای خاص
م			۴. توانایی تحلیل مسائل مهم اجتماعی و زیست‌محیطی و تشخیص و بحث در باره راههایی که مهندسان می‌توانند با در نظر گرفتن مسائل فنی، اقتصادی و اجتماعی به‌حل آنها کمک کنند.
	ک		۵. توانایی برقراری ارتباط مؤثر کتبی و شفاهی در زمینه‌های متنوع حرفه‌ای
			۶. توانایی عملکرد مؤثر در گروههای یک یا چند منظوره
			۷. تشخیص نیاز و توانایی درگیر شدن به‌آموزش مداوم
* هدفهای یادگیری درس ژئوتکنیک			
۱. خاکها و مصالح خرده سنگی را شناسایی و طبقه بندی کنید.			
۲. روش مناسب برای تعیین ویژگیهای ژئوتکنیکی انواع خاک را در صحرا و آزمایشگاه انتخاب و روش اجرای آن را تشریح کنید.			
۳. عملکرد انواع خاکها را در کاربرد های مهندسی مختلف مشخص کنید.			
* یک درس اصلی برنامه آموزشی کارشناسی مهندسی اکتشاف معدن			
میزان پوشش هر دستاورد توسط هدفهای یادگیری درس: ک= کم، م= متوسط، ز= زیاد			

جدول ۶: جدول ارزیابی رابطه درسهای اصلی با دستاوردهای برنامه (برنامه آموزش کارشناسی مهندسی اکتشاف معدن)

دستاوردهای برنامه	ژئوتکنیک *	زمین آمار	ارزیابی ذخایر	اقتصاد معدن
۱. توانایی کاربرد اصول ریاضی، علمی و مهندسی برای شناسایی، ساماندهی و حل مسائل مهندسی	ز	ز	ز	م	
۲. توانایی طراحی و انجام دادن آزمایشها و تحلیل و تفسیر داده‌ها با ابزارها و روشهای مدرن مهندسی	ز	م	م		
۳. توانایی طراحی فرایندها و محصولات مهندسی برای رفع نیازهای خاص	م		ز	م	
۴. توانایی تحلیل مسائل مهم اجتماعی و زیست‌محیطی و تشخیص و بحث در باره راههایی که مهندسان می‌توانند با در نظر گرفتن مسائل فنی، اقتصادی و اجتماعی به حل آنها کمک کنند.	م	م	م	ز	
۵. توانایی برقراری ارتباط مؤثر کتبی و شفاهی در زمینه‌های متنوع حرفه‌ای	ی			ی	
۶. توانایی عملکرد مؤثر در گروههای یک یا چند منظوره			ک		
۷. تشخیص نیاز و توانایی درگیر شدن به آموزش مداوم					

* پوشش دستاوردها توسط درسهای اصلی: ک= کم، م= متوسط، ز= زیاد

۹. بحث و نتیجه گیری

از میان ۸ ملاک عمومی و یک ملاک اختصاصی که برای ارزشیابی برنامه‌های آموزش مهندسی تدوین شده است، ملاکهای ۲ (هدفها) و ۳ (دستاوردها) از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. در محیطهای آموزشی سنتی بسیاری از تصمیمات به صورت غیررسمی گرفته می‌شوند و سپس، به طور شفاهی استادان آنها را به دانشجویان منتقل می‌کنند. هرچه دانشجویان بیشتر بدانند که چه انتظاری از آنها داریم و تمرین بیشتری برای این انتظارات داشته باشند، شانس دستیابی آنها به مهارتهای مورد نظر بیشتر می‌شود. از این رو، بهتر آن است که در آغاز هر نیمسال هدفهای یادگیری درس به دانشجویان عرضه و

۶۶ تدارک هدفها و دستاوردهای آموزش مهندسی

تکالیف درس و سؤالات امتحانی نیز بر مبنای این هدفها تنظیم شود. هدفهای یادگیری از سه نظر مفید هستند:

- ❖ توضیح دادن به دانشجو که دقیقاً از او چه می‌خواهیم؛
- ❖ ایجاد آرمانی برای دانشجو که به‌منظور رسیدن به آن تلاش کند؛
- ❖ برقراری مبنایی برای ارزیابی میزان یادگیری دانشجو و درجه موفقیت تدریس استاد.

هدفهای کلی یک برنامه آموزشی به هدفهای کوچک‌تر و دقیق‌تر (هدفهای یادگیری یا هدفهای رفتاری) تقسیم می‌شوند. یک هدف یادگیری خوب باید مشخص، قابل اندازه‌گیری، دست‌یافتنی، مرتبط و به‌نگام باشد.

- ❖ مشخص: دقیقاً بگویند یادگیر چه خواهد توانست انجام دهد؛
- ❖ اندازه پذیر: در پایان آموزش قابل مشاهده باشد؛
- ❖ دسترس: با توجه به شرایط در نظر گرفته شده قابل حصول باشد؛
- ❖ مرتبط: خارج از اهداف کلی برنامه نباشد؛
- ❖ به‌نگام: در پایان درس حاصل شود.

نتایج کسب شده از آموزش دستاوردهای آن هستند. برای مقایسه هدف و دستاورد چنین می‌توان گفت که هدف یادگیری آن چیزی است که مایلیم آموخته شود و دستاورد تغییر رفتاری است که در اثر آموزش در دانشجو ایجاد می‌شود.

برای تأمین ملاکهای ارزشیابی یک برنامه آموزشی ابتدا هدفهای برنامه یا هدفهای کلی تهیه می‌شود. در هدفهای کلی مأموریت دانشگاه و برنامه آموزشی در نظر گرفته و نیازهای طرفهای درگیر در برنامه تأمین می‌شود. در ادامه، دستاوردهای برنامه؛ یعنی دانش، مهارتها و نگرشهایی که مایلیم دانش آموختگان کسب کنند، مشخص شده‌اند. در دستاوردهای برنامه باید هدفهای آموزشی برنامه را در نظر داشت و ۱۱ دستاورد از پیش مشخص شده برای ارزشیابی را نیز اقلان کرد. در مرحله بعد هدفهای یادگیری دروس اصلی برنامه آموزشی تهیه می‌شود. این هدفها معرف تواناییهایی است که دانشجویانی که درس را گذرانده‌اند، خواهند داشت. اهداف یادگیری دروس اصلی با توجه به دستاوردهای مورد نظر تهیه می‌شوند. اهداف آموزشی و دستاوردهای برنامه باید توسط یک ارزیابی درونی بررسی و مشخص شود که در کجای برنامه درسی دستاوردها پوشش داده می‌شود، میزان دستیابی به آنها چگونه تعیین و نتایج ارزیابی چگونه در بهبود برنامه به‌کار گرفته می‌شود.

دستیابی به ملاکهای ۲ (هدفها) و ۳ (دستاوردها) گامی بزرگ در آماده شدن برنامه به‌منظور گذر موفقیت‌آمیز از فرایند ارزشیابی است. پیش‌نیاز ارزشیابی یک برنامه آموزش مهندسی در سطح ملی و سپس بین‌المللی، انجام دادن فرایند ارزیابی درونی آن است که مؤسسه آموزشی خود آن را انجام

می‌دهد. ارزشیابی برنامه‌های آموزش مهندسی ایران پیامدهای مثبت فراوانی خواهد داشت که به قرار زیر است:

- ❖ شناسایی نقاط قوت و کاستیهای برنامه‌های جاری آموزش مهندسی؛
- ❖ دستیابی به معیاری معتبر برای شناسایی جایگاه جهانی آموزش مهندسی کشور؛
- ❖ ایجاد رقابتی سازنده بین مراکز عرضه کننده آموزش مهندسی کشور؛
- ❖ برقراری معیاری برای صنعت و بازار کار داخلی به منظور انتخاب دانش‌آموختگان مراکز آموزشی مختلف؛
- ❖ ایجاد معیاری مؤثر برای تخصیص اعتبارات از طرف دولت و بخش خصوصی به مراکز آموزش مهندسی؛
- ❖ تسهیل ادامه تحصیل دانش‌آموختگان مهندسی کشور در دانشگاههای تراز اول جهان؛
- ❖ کمک به فرایند صادرات نیروی انسانی متخصص، متناسب با نیازهای بازار جهانی مهندسی؛
- ❖ تسهیل برقراری برنامه‌های آموزشی و پژوهشی مشترک با مراکز و دانشگاههای معتبر دنیا؛
- ❖ کسب مرتبه‌ای بالاتر در رتبه‌بندی دانشگاهها و مراکز آموزش مهندسی جهان و بسیاری نکات مثبت دیگر [۲].

بسیاری از کشورهای دیگر، از جمله برخی از همسایگان ما، از سالیان پیش فرایند ارزشیابی برنامه‌های آموزش مهندسی را آغاز کرده‌اند و بسیاری از آنها در مرحله پیوستن به معاهدات جهانی برای شناسایی بین‌المللی ارزشیابیهای خود هستند. راه‌اندازی فرایند ارزشیابی آموزش مهندسی در هر دانشگاه و گروه مهندسی به‌شناسایی ضرورت و یک عزم جدی از طرف مدیریت و اعضای هیئت علمی برای ورود به این فرایند بسیار مهم نیاز دارد.

مراجع

1. ABET, Accreditation Board for Engineering and Technology, Criteria for Accrediting Engineering Programs; www.abet.org, 2010.
۲. معاریان، حسین، "ارزشیابی داخلی برنامه‌های آموزش مهندسی ایران"، فصلنامه آموزش مهندسی ایران، سال یازدهم، شماره ۴۲، صص. ۱۸-۱، ۱۳۸۸.
3. Felder R. M. and Brent B., "ABC's of Engineering Education: ABET, Bloom's Taxonomy, Cooperative Learning and so on", Proceedings of 2004 American Society of Engineering Education Annual Conference and Exhibition, Session 1375, 12pp. 2004.

4. Felder, R. M. and Brent, R., "Designing and Teaching Courses to Satisfy the ABET Engineering Criteria", *J. Engr. Education*, Vol. 92, No.1, pp. 7–25, 2003.
 5. Gronlund, N. E., **Measurement and Evaluation in Teaching**, (4th ed.), New York: Macmillan, 1981.
 6. Gronlund, N. E., **How to Write and Use Instructional Objectives**, (5th ed.), New York: Macmillan, 1994.
 7. Mager, R.F., **Preparing Instructional Objectives: A Critical Tool in the Development of Effective Instruction**, (3rd ed.), Atlanta: The Center for Effective Performance, 1997.
 8. Bloom, B.S. et al., **Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals**, Handbook I: Cognitive Domain, New York: Davis McKay Inc., 1956.
 9. Krathwohl, D. R., Bloom, B. S. and Masia, B. B., Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals, Handbook II: Affective Domain. New York: McKay, 1956.
۱۰. سقط چیان، بهمن، **تدوین هدفهای آموزشی**، دانشگاه آزاد ایران، ۲۷ ص.، ۱۳۵۷.
۱۱. می.گر. رابرت. اف.، **تدارک هدفهای آموزشی**، ترجمه بهرام زنگنه و محمد حسین شمشیری، دانشگاه آزاد ایران، ۱۳۵۵.
۱۲. سیف، علی اکبر، **روانشناسی پرورشی نوین**، تهران: نشر دوران، ۱۳۸۷.
۱۳. شعبانی، حسن، **مهارتهای آموزشی و پرورشی**، (جلد اول، روشها و فنون تدریس)، تهران: سازمان مطالعات کتب علوم انسانی دانشگاهها (سمت)، ۱۳۷۱.
۱۴. فردانش، هاشم، **مبانی نظری تکنولوژی آموزشی**، تهران: سازمان مطالعات کتب علوم انسانی دانشگاهها (سمت)، ۱۳۸۰.
15. Anderson, L.W. (Ed.), Krathwohl, D.R. (Ed), et.al. , **A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives** (Complete Edition), New York: Longman, 2001.
 16. Krathwohl, D. R. 2002,"A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview', **Theory into Practice**, Vol. 41, No. 4, pp 212-218, 2002.
 17. Lenning, O. T., **Previous Attempts to Structure Educational Outcomes and Outcome-Related Concepts: A Compilation and Review of the Literature**, Boulder, CO: National Center for Higher Education Management Systems, 1977.

18. Besterfield-Sacre, M. et al., "Defining the Outcomes: A Framework for EC 2000 ", **IEEE Transaction for Education**, Vol. 43, No. 2, pp. 100-110, 2000.
19. Besterfield-Sacre, M., Shuman, L. J., Wolfe, H., Atman, C. J., McGourty, J., Miller, R. L., Olds, B. M. and Rogers, G., Engineering Education Assessment Methodologies and Curricula Innovation, Available at:
http://www.engrng.pitt.edu/~ec2000/ec2000_attributes.html, 2003.
20. Felder and Silverman, L. K., " Learning and Teaching Styles in Engineering Education", **Engineering Education**, Vol.78, No.7, pp. 674-681, 1988.