فصلنامه آموزش مهندسی ایران، سال هفدهم، شماره ۶۶، تابستان ۱۳۹۴، صص. ۳۸-۱۷

برنامهٔ درسی تلفیقی، نیاز امروز آموزش مهندسی (ایجاد پُل دانستن/انجام دادن/شدن)

حسین مطهری‌نژاد[۱]

چکیده: بر سر این مسئله که یک مهندس باید دامنهٔ گسترده‌ای از دانش و مهارتها فراتر از تخصص فنی مرتبط با رشتهٔ تحصیلی‌اش داشته باشد، توافق همگانی وجود دارد. برنامهٔ درسی تلفیقی چارچوبی فراهم می‌کند تا دانشجویان بتوانند دانش و مهارتهای چندین رشتهٔ علمی را به یکدیگر مرتبط سازند و آنها را برای حل مسائل جهان واقعی به‌کار گیرد. باتوجه‌به اهمیت موضوع، در این مقاله ابتدا بر ضرورت برنامهٔ درسی تلفیقی/ میان- رشته‌ای در آموزش مهندسی قرن بیست‌ویکم تأکید شده و سپس، نتایج حاصل از دو مطالعهٔ تجربی درخصوص برنامه‌های درسی آموزش مهندسی در ایران ارائه شده که شامل ۱. برنامهٔ درسی از دیدگاه استادان و دانشجویان رشته‌های مهندسی و ۲. تحلیل سرفصل درسهای رشته‌های مهندسی است. سرانجام، با طرح این پرسش که دانشجویان مهندسی چه باید بدانند، انجام دهند و بشوند، رویکردی برای طراحی برنامهٔ درسی تلفیقی در آموزش مهندسی پیشنهاد شده است. این رویکرد می‌تواند برای تدوین برنامه‌های درسی جدید یا بازنگری برنامه‌های درسی فعلی استفاده شود.

واژه‌های کلیدی: برنامهٔ درسی، آموزش مهندسی، رویکرد تلفیقی، پُل دانستن/ انجام دادن/شدن

---

۱. استادیار دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه شهید باهنر کرمان. hmotahhari@yahoo.com

(دریافت مقاله: ۱۳۹۳/۱/۱۰)
(پذیرش مقاله: ۱۰/۱۴ /۱۳۹۳)

۱. مقدمه

«جامعهٔ آموزش مهندسی»[1] در انجام مطالعات درخصوص ضرورت و اهمیت آموزش مهندسی و طرح هدفهای آموزش مهندسی عالی عمل کرده است. اما جامعهٔ آموزش مهندسی نتوانسته مشخص کند که این هدفها چگونه تحقق یابند و چگونه برنامه‌های فعلی تغییر پیدا کنند. تحقیق در حوزهٔ آموزش مهندسی و تحقیقات حاصل از رشته‌های مرتبط دیگر می‌تواند نظریه و مجموعه دانش موردنیاز برای هدایت جامعهٔ آموزش مهندسی به سمت تحقق هدفهایش را فراهم سازد. در این راستا، تأکید شده است که سه عنصر اصلی در نظام آموزش مهندسی، یعنی برنامهٔ درسی، آموزش و سنجش، نه‌تنها باید برای حمایت از این هدفهای جدید توسعه یابند، بلکه باید در حمایت از یکدیگر پیوند یابند[۱].

از دههٔ پیش، تقاضا برای «بازسازی برنامهٔ درسی»[2] مهندسی هم از درون و هم از بیرون جامعه دانشگاهی به گوش می‌رسد. در این تقاضاها برای اصلاح آموزش مهندسی، چالشهایی مطرح شده است؛ ازجمله پیشرفتهای سریع فنّاوری در رشته‌های مهندسی، ضرورت برای جلب افراد و گروه‌های قوی و متنوع به حرفهٔ مهندسی و باور به اینکه مهندسی در محیطی جهانی عمل می‌کند [۲ و ۳]. برای حرکت رو به جلوی آموزش مهندسی، پارادایمهای گذشته و فعلی آموزش مهندسی باید به چالش کشیده شوند و نوع جدیدی از برنامهٔ درسی آموزش مهندسی، که دانشجویان را برای کار در این دنیای جدید آماده سازد، تدوین شود[۴].

پیش از این، نقش آموزش صرفاً به انتقال مجموعه‌ای از دانشی سازمان‌یافته و نظام ارزشی جامعه به نسل در حال رشد محدود می‌شد که این مهم در چارچوب و برنامه‌ای برآمده از رشته‌های علمی با ساختاری مشخص و زنجیره‌ای نهادینه از مفاهیم، روشها و گامهای آموزشی عملی می‌شد. اما امروزه، نمی‌توان دانش را صرفاً از طریق حافظه جاودانه کرد. هم‌اکنون نقش آموزش به بیش از آنچه در گذشته بود توسعه یافته و برنامه‌های آموزشی جدیدی استفاده می‌شود که در آنها شخص انسان مهم است نه مسیری که طی می‌کند. در این برنامه‌ها، واقعیتها و نیازهای دنیای جدید در فراسوی ساختار یک‌سویه‌نگر رشته‌های علمی جست‌وجو شده و دیگر جزئی‌نگری و محدودیتهای تخصصی شدن و تقسیم علوم، مطلوب به نظر نمی‌رسد. ازاین‌رو، نیاز به رویکردهای جامع اهمیت بیشتری پیدا کرده است و بدین‌سان جهت‌گیریهایی به نام رویکردهای «تلفیقی/ میان ـ رشته‌ای»[3] به تدریج ظهور کرده و ریشه دوانیده است [۵ و ۶]. آشنایی با این رویکردها و چرایی آنها برای برنامه‌ریزان درسی به‌ویژه در

---

1. Engineering Education Community
2. Curriculum Renewal
3. Integration/ Interdisciplinary

دانشکده‌های فنی و مهندسی، که در پی دستیابی و خلق مرزهای جدید خاص در عرصهٔ رشته‌های فنی و مهندسی هستند، لازم و کارآمد است.

۲. برنامهٔ درسی تلفیقی

در اواسط دههٔ ۱۹۸۰، گزارش چند مطالعهٔ انجام شده توسط انجمنها و سازمانهای حرفه‌ای مختلف در زمینهٔ برنامهٔ آموزش مهندسی در مقطع کارشناسی منتشر شد. این مطالعات را که افراد مختلفی درحوزهٔ صنعت، دانشگاه و دولت به طور مستقل انجام دادند، همگی به نتایج مشترکی رسیدند[۷]:

- حفظ اصول پایهٔ ریاضیات، علوم طبیعی، علوم مهندسی و مفاهیم اصلی تحلیل و طراحی در برنامهٔ آموزش مهندسی؛
- تأکید ویژه بر ترکیب و طراحی، حفظ و تقویت موضوعهای درسی فنی، تأکید بیشتر بر بررسیهای عمیق‌تر و «حل مسائل باز-پاسخ»[1]، گسترش آموزشهای غیرفنی برای توسعهٔ دیدگاههای تاریخی و اجتماعی، توسعهٔ مهارتهای مدیریتی و ارتباطی، کسب دیدگاه میان ـ رشته‌ای و بین‌المللی، توسعهٔ حرفه‌ای و یادگیری مداوم.

اینکه محتوا و مباحث مهندسی، ریاضیات و علم در هر رشتهٔ مهندسی ضروری است کاملاً بدیهی است و هر تلاشی برای طراحی برنامهٔ درسی و فعالیتهای یادگیری در رشته‌های مهندسی باید به این موضوع توجه کند و آن را فرض اساسی خود قرار دهد. اما اگر مهندس بخواهد نظریه را در عمل به کار برد و در این راستا از مهارتهای لازم هم برخوردار باشد، محتوا و مباحث فنی به‌تنهایی برای دانشجویان رشته‌های مهندسی کافی نیست[۸]. به همین منظور «برنامهٔ درسی و یادگیری تلفیقی»[2] مطرح شده است. برنامه‌های درسی تلفیقی باعث می‌شوند که تجربهٔ یادگیری در مقطع کارشناسی مرتبط‌تر، اثربخش‌تر، کاراتر و منعکس‌کنندهٔ تفاوتهای فردی در سبکهای یادگیری دانشجویان باشد[۹].

همزمان با گسترش حوزهٔ مهندسی و فنّاوریهای جدید، وسعت و قلمرو آموزش مهندسی در مقطع کارشناسی هم در حال رشد است. مطالب پایه در رشته‌های مهندسی اهمیت و تناسبشان را حفظ می‌کنند و همچنین دانشجویان رشته‌های مهندسی برای اینکه دوراندیش شوند با علوم انسانی و علوم اجتماعی روبه‌رو می‌شوند. به‌هرحال، موضوعهای حیاتی و جدیدتر برای موفقیت مهندسان مدرن به برنامهٔ درسی کارشناسی مهندسی اضافه می‌شوند. برای پوشش موضوعهای فنی جدید یا باید طول دورهٔ کارشناسی مهندسی افزایش یابد یا مدت زمان اختصاص یافته به موضوعهای پیشین کم شود؛

---

1. Open-Ended Problem Solving
2. Integrated Curriculum and Learning

دوراهی که بیشتر رشته‌های مهندسی با آن مواجه‌اند[۱۰]. افزایش گستردگی[1] دوره‌های آموزشی (یعنی اضافه کردن موضوعهای درسی جدید به برنامهٔ آموزش مهندسی بدون افزایش طول دورهٔ کارشناسی) برای سازگار شدن با رشد زمینهٔ مهندسی باعث می‌شود بسیاری از موضوعهای درسی در برنامهٔ آموزش مهندسی پوشش عمیق[2] داده نشوند. از طریق رویکردهای تلفیقی/ میان ـ رشته‌ای می‌توان این مشکل را حل کرد و هم گستردگی و هم عمق موضوعهای درسی را در برنامهٔ آموزش مهندسی رعایت کرد.

از طرف دیگر، در تحلیل برنامهٔ درسی آموزش مهندسی این پرسش معمولاً مطرح می‌شود که زمان صرف شده برای موضوعهای فنی و نیز زمان صرف شده برای توسعهٔ مهارتها و نگرشهای حرفه‌ای چقدر است؟ این پرسش معنایی ضمنی با خود همراه دارد؛ اضافه کردن زمان به یکی از آنها و کاهش زمان دیگری. اما بین این دو ارتباط مستقیم وجود ندارد. اگر درسی بتواند از طریق ترکیبی از سخنرانیها، آزمایشگاهها و پروژه‌های گروهی تدریس شود، در زمان یکسان دانشجویان علاوه‌بر محتوای فنی به مهارتهای حرفه‌ای نیز دست پیدا می‌کنند. بنابراین، محتوای فنی و مهارتهای حرفه‌ای در وقت و زمان رقیب یکدیگر نیستند. با آوردن دانشجویان رشته‌های مختلف در کنار یکدیگر، گاه برای مشارکت در یک پروژه و گاهی فقط برای کار کردن در میز کار مجاور می‌توان درک دانشجویان از رشته‌های دیگر را بدون هیچ آموزش اضافه‌تری گسترش داد. همچنین با ارائهٔ فعالیت بیشتر به دانشجویان، مجموعهٔ دیگری از فرصتهای یادگیری فراهم می‌شود[۹]. استفاده از زمان موجود برای پوشش همزمان محتوای فنی و مهارتهای حرفه‌ای بدون کاهش کیفیت آموزش مهندسی می‌تواند ازطریق رویکردهای تلفیقی/ میان ـ رشته‌ای انجام شود.

باتوجه‌به مطالب بالا، هم دلایل عملی و هم دلایل آموزشی برای طراحی برنامهٔ درسی تلفیقی وجود دارد. از دیدگاه عملی، گزینه‌های کمی برای استفادهٔ مجدد از زمان و منابع در دسترس وجود دارد. در برنامهٔ درسی سنتی مهندسی، افزودن محتوا یا زمان بیشتر به‌ویژه اگر نتایج یادگیری مورد انتظار فراتر از محتوای اصلی رشتهٔ موردنظر باشد، مشکل است. بنابراین، در برنامه‌های درسی جدید باید روی هم‌افزایی[3] یادگیریها سرمایه‌گذاری شود. از دیدگاه آموزشی، یادگیری دانش و مهارتها وابسته به زمینه‌ای هستند که در آن آموزش داده می‌شوند، از این‌رو، ارتباط بین یادگیریهای مختلف باعث توسعه و تقویت یکدیگر می‌شود[۱۱].

---

1. Breadth
2. Depth
3. Synergy

در «برنامهٔ درسی رشته‌ای»[1] محتوای برنامهٔ درسی شامل مبانی ریاضیات و علوم، علم مهندسی و دیگر دانشهای فنی و همچنین الزامات دانشگاه درخصوص علوم انسانی و اجتماعی است که تلاش چندانی برای تلفیق و ارتباط آنها با یکدیگر صورت نمی‌گیرد. اما در برنامهٔ درسی تلفیقی، محتوای برنامهٔ درسی از یک‌سو بیانگر تلفیق ریاضیات، علم، فنّاوری و مهندسی است و از سوی دیگر، نشان‌دهندهٔ سازماندهی مهارتها و نگرشهای حرفه‌ای در پیرامون مبانی رشته‌های مهندسی و تلفیق آنها با یکدیگر است. بنابراین، زمانی که از برنامهٔ درسی تلفیقی در آموزش مهندسی صحبت به میان می‌آید دو نوع تلفیق مدّنظر است[۱۲]:

الف. تلفیق ریاضیات، علم، فنّاوری و مهندسی: امروزه، برنامه‌های درسی مهندسی، پایه‌های محکمی در علم و ریاضیات دارند و از دانشجویان انتظار می‌رود که مفاهیم علمی و ریاضی را به عمل مهندسی، یعنی طراحی و مدل‌سازی پیوند دهند. در این خصوص، دلایلی مطرح شده است که روابط بین ریاضیات، علم، فنّاوری و مهندسی از طریق «برنامه‌های درسی مهندسی مبتنی بر علم»[2] به روشنی مشخص نشده‌اند[۱۳]. محدودیتها در طول دو سال اول آموزش مهندسی بیشتر احساس می‌شوند، یعنی زمانی که بعضی از واحدهای اصلی برنامهٔ درسی مهندسی توسط گروه‌های آموزشی ریاضی، فیزیک و شیمی ارائه می‌شوند[۱۴]. با این دلایل پیشنهاد می‌شود که دانشجویان پیوند بهتری بین ریاضیات، علم، فنّاوری و مهندسی برقرار کنند به‌طوری‌که ارتباط متقابل آنها را درک کنند و ایده‌ها و مفاهیم یک حیطهٔ موضوعی را در حیطه‌های دیگر به‌کار برند[۱۵]. بنابراین، مهندسی نیازمند تلاشهای میان رشته‌ای است.

ب. تلفیق دانش، مهارتها و نگرشهای موردنیاز مهندسان: دانشگاهها و دانشکده‌های مهندسی باید فاصله و شکاف بین کلاس درس و محیط کار را ازطریق تلفیق دانش، مهارتها و نگرشها در برنامهٔ درسی رشته‌های مهندسی کاهش دهند. اگرچه دانش‌آموختگان مهندسی در نظریهٔ فنی تبحر دارند، اما بیشتر اوقات در زمینهٔ انتقال دانش نظری به کاربردهای عملی توانایی کافی ندارند. تدوین برنامه‌ای درسی که هم تحصیل دانش نظری و هم مهارتهای عملی را برآورده سازد، بسیار مهم است[۱۶]. یک برنامهٔ درسی تلفیقی می‌تواند به‌عنوان رویکردی نظام‌مند برای آموزش مهارتها و نگرشهای مورد نیاز مهندسان که در اطراف و در تلفیق با زیربناهای رشته مهندسی سازماندهی می‌شود، توصیف شود[۱۱]. دربارهٔ نیاز به توسعهٔ مهارتها و نگرشها در برنامه‌های آموزش مهندسی به‌کرّات بحث شده و در بسیاری موارد نیز پذیرفته شده است. از این دیدگاه، برنامهٔ درسی تلفیقی تلاشی برای تلفیق

---

1. Disciplinary Curriculum
2. Science-Based Engineering Curricula

دانش، مهارتها و نگرشهای موردنیاز مهندسان به شیوه‌ای جامع درون محدویتهای یک برنامهٔ آموزشی چهارساله است[۹].

برای تحقق هدفهای دوگانهٔ بالا، یعنی کسب دانش عمیق‌تر نسبت به مبانی فنی و کسب مهارتها و نگرشهای موردنیاز مهندسان باید برنامهٔ درسی رشته‌های مهندسی بازنگری شود. برای این منظور باید تغییراتی در ساختار برنامهٔ درسی مهندسی ایجاد شود. پیشنهاد می‌شود که «درسهای رشته‌ای»[1] به‌عنوان ساختار سازماندهی برنامهٔ درسی حفظ شوند و همزمان دو بهبود اساسی صورت گیرد: اول اینکه درسهای رشته‌ای باید با همدیگر به‌کار برده شوند و مانند الگوی عملی‌شان متقابلاً پشتیبانی شوند، دوم اینکه آموزش مهارتها و نگرشهای موردنیاز مهندسان باید با آموزش رشته‌ای درهم تنیده شوند[۱۱].

۳. برنامهٔ درسی تلفیقی در دانشکده‌های مهندسی جهان

در پاسخ به این پرسش که پس از دههٔ ۱۹۵۰ چه تغییراتی در برنامهٔ درسی مهندسی ایجاد شده است، برنامهٔ درسی دو کالج خصوصی در ایالات متحده که در مقطع کارشناسی دانشجوی مهندسی می‌پذیرند، مورد مطالعه قرار گرفت. این دو کالج در سال ۲۰۰۳ جزء بهترین دانشکده‌های مهندسی ایالات معرفی رتبه‌بندی شدند. نتایج این مطالعه نشان داد که تعداد کل واحدهای موردنیاز برای دانش‌آموختگی کاهش یافته است. برخی تغییرات در محتوای برنامهٔ انجام شده است که شاید قابل توجه‌ترین آنها آموزش برنامه‌نویسی و دوره‌های طراحی سال اول باشد. بیشتر درسهای سال اول برنامهٔ درسی مهندسی به درسهای پایه در ریاضیات، فیزیک و شیمی و همچنین درسهای مرتبط با علوم انسانی و علوم اجتماعی اختصاص دارد. بنابراین، کل سال اول و بیشتر زمان سال دوم رشتهٔ مهندسی با هیئت‌علمی در گروه‌های آموزشی غیرمهندسی صرف می‌شود. اما دو سال آخر مهندسی به درسهای مهندسی اختصاص دارد. سرانجام نتیجه‌گیری شد: باتوجه‌به تغییرات انجام‌شده در طول چهار دههٔ گذشته (۲۰۰۰- ۱۹۶۰)، ساختار اصلی برنامهٔ درسی مهندسی عمدتاً بدون تغییر باقی مانده است[۱۴].

در دههٔ اول قرن بیست‌ویکم تلاشهایی برای اصلاح برنامهٔ درسی مهندسی و استفاده از برنامه‌های درسی تلفیقی در دانشگاههای جهان صورت گرفت. مثلاً، در دانشکدهٔ علوم کاربردی «دانشگاه

---

1. Disciplinary Courses

(منظور از درسهای رشته‌ای درسهایی‌اند که فقط مباحث مربوط به یک رشتهٔ علمی را پوشش می‌دهند و در مقابل این درسها، درسهای میان ـ رشته‌ای قرار دارند که از تلفیق مباحث مربوط به دو یا چند رشتهٔ علمی حاصل می‌شود)

کوین»[1] کانادا برای اصلاح برنامه‌های درسی آموزش مهندسی از رویکردی جامع و تلفیقی با عنوان یادگیری تلفیقی استفاده شده است. این رویکرد از سه جزء اصلی شامل هدفها، فنون و امکانات تشکیل می‌شود. هدفهای برنامهٔ درسی موردنظر شامل موارد زیر است: بهبود مهارتهای ارتباطی و گروهی، افزایش محتوای طراحی، توسعهٔ مهارتهای یادگیری مادام‌العمر، تلفیق بهتر عناصر برنامهٔ درسی، افزایش دانش نسبت به سایر رشته‌های مهندسی و رشته‌های غیرمهندسی و توسعهٔ درک و مسئولیت‌پذیری اجتماعی[۱۶]. این هدفها نشان می‌دهد که در برنامهٔ درسی این دانشکده، علاوه‌بر دانش و تخصص فنی بر مهارتها و نگرشهای حرفه‌ای دیگر نیز تأکید شده است.

هیئت‌علمی و مدیران برخی دانشکده‌های مهندسی در پاسخ به چالشهای حاصل از نیروی کار مهندسی که بیش از پیش جهانی شده، به دنبال انواع جدیدی از مهندسان‌اند. برای مثال، برنامهٔ مقطع کارشناسی ارشد مدیریت مهندسی در «دانشگاه دوک»[2] برای تلفیق رشته‌های بازرگانی و حقوق با مهندسی تلاش می‌کند تا مهارتهای پیشرفته در زمینهٔ نوآوری، کارآفرینی و مدیریت فنّاوری را در دانشجویان پرورش دهد[۱۷].

در «کالج اسمیت»[3]، مهندسی هنرِ آزاد و حرفه‌ای در خدمتِ بشریت تعریف شده است. طبق این تعریف، در برنامهٔ آموزش مهندسی بر سه جنبه تأکید می‌شود: وحدت دانش، سواد فنّاورانه و پرورش کارآفرینی. این کالج از پژوهشها و فعالیتهایی پشتیبانی می‌کند که برنامهٔ درسی مهیج و یادگیرنده محور را توسعه دهد تا با آن دانشجویان را درگیر کند و به چالش بکشاند؛ برنامهٔ درسی تلفیقی تدوین کنند که تسلط بر مبانی مهندسی را در درون زمینهٔ اجتماعی و انسانی پرورش دهند؛ مسئولیت‌پذیری اجتماعی و تفکر پایداری‌محور را تشویق کنند؛ برنامه‌های درسی متناسب با اجتماع و فرد را تدوین کنند که زنان و اقلیتها را جذب و حفظ کنند و زبان فنّاوری و سواد کمّی را در بین رشته‌های غیرمهندسی حمایت کرده و توسعه دهند[۱۸].

برنامه‌های درسی تلفیقی با نهضتی گسترده‌تر در آموزش عالی نیز مرتبط‌اند، یعنی کمک به دانشجویان برای ایجاد ارتباط بین ـ رشته‌ای و ارتباط با اجتماع[۱۳]. در این راستا، برنامهٔ «پروژه‌های مهندسی در خدمات اجتماعی»[4] (EPICS) در پاسخ به این نیاز دانشجویان مهندسی است که باید علاوه‌بر دانش فنی قوی از مهارتهای دیگری که برای مسیر شغلی موفقیت‌آمیز ضروری است، برخوردار باشند. این دانش و مهارتها عبارتند از:

---

1. Queen University
2. Duke University
3. Smith College
4. Engineering Projects in Community Service

الف. مهارتهای حرفه‌ای از جمله توانایی کار کردن در محیطهای گروهی، برقراری ارتباط اثربخش، کار کردن با مشتریان و مدیریت پروژه؛
ب. آگاهی از موضوعهای تأثیرگذار بر پروژه‌های مهندسی، از جمله مباحث اخلاقی، قانونی و محیطی؛
پ. توانایی کار کردن با افراد دارای پیشینه‌های فرهنگی مختلف و افراد شاغل در جوامع و محیط‌های اجتماعی دیگر[۴].

برخی دیگر از رویکردهای تلفیقی به برنامهٔ درسی مهندسی که در دانشگاههای جهان اجرا می‌شود به شرح زیرند[۱۶]:

- **دانشگاه آلبورگ[1] در دانمارک:** کاربرد یادگیری مبتنی بر پروژه و کار گروهی در همهٔ سالها و همهٔ برنامه‌ها؛
- **دانشگاه کلرادو[2] در ایالات متحده:** ایجاد دانشکدهٔ مرکزی جدید برای حمایت از تمام برنامه‌های مهندسی مقطع کارشناسی؛
- **دانشگاه شربروک[3] در کانادا:** کاربرد پروژه‌های طراحی بیش از یک سال، تعامل قوی با صنعت، جا دادن غیرمهندسان در پروژه‌ها و گروههای طراحی، توسعهٔ فرهنگ حرفه‌ای و استفاده از فنون سنجش جدید برای بهبود یادگیری؛
- **دانشگاه ملون کارنگی[4] در ایالات متحده**: رویکرد چند ـ رشته‌ای به طراحی محصول و استفادهٔ قابل‌توجه از پروژه‌های دانشجویان؛
- **دانشگاه دریکسل[5] در ایالات متحده:** تأکید بر تلفیق مواد و مطالب درسی؛
- **مؤسسهٔ فنّاوری ماساچوست[6] در ایالات متحده:** رویکرد تلفیقی و چند ـ رشته‌ای به طراحی، ساخت و آزمون در هوافضا؛
- **دانشگاه ایالت اوهایو[7] در ایالات متحده:** انجام پروژه‌های طراحی طی یک سال؛

---

1. Aalborg University
2. University of Colorado
3. University of Sherbrooke
4. Carnegie Mellon University
5. Drexel University
6. Massachusetts Institute of Technology
7. Ohio State University

- **دانشگاه ایالت پنسیلوانیا[1] در ایالات متحده**: تلفیق طراحی، ساخت و ملاحظات کسب و کار در موقعیتهای واقعی؛
- **مؤسسهٔ پلی‌تکنیک رنسلر[2] در ایالات متحده:** تدریس در کارگاهها برای ایجاد تلفیق فوری سخنرانی و مواد آزمایشگاهی، استفاده از پروژه‌های بلندمدت، آزمایشگاه طراحی و ساخت چند ـ رشته‌ای.

از تحلیل برنامه‌های تلفیقی که تاکنون در دانشگاههای جهان ارائه شده است، این نتایج به دست می‌آید[۱۳]:

- همکاری متقابل بین هیئت‌علمی برای اجرای برنامهٔ تلفیقی موفق‌آمیز ضروری است چرا که به توسعهٔ اجتماعهای یادگیری هیئت‌علمی کمک می‌کند و ازطریق آن درک هیئت‌علمی نسبت به یادگیری و تدریس افزایش می‌یابد؛
- پروژه‌های طراحی می‌تواند به دانشجویان کمک کند تا بین موضوعها، مواد درسی و کاربردها ارتباط برقرار کند. جهت‌گیری فرایند طراحی باعث بهبود تفکر سیستمی دانشجویان مهندسی می‌شود؛
- اجرای برنامه‌های درسی تلفیقی به گسترش کاربرد یادگیری مشارکتی و گروهی، به‌ویژه در پروژه‌های طراحی یاری رسانده است. استفاده از این رویکردهای آموزشی و دسته‌بندی دانشجویان در گروههای متعدد به تشکیل اجتماعهای یادگیری کمک کرده‌اند؛
- برنامه‌های تلفیقی نتایج موفقیت‌آمیز گوناگونی به همراه داشته‌اند: بهبود جذب دانشجویان ازجمله زنان و گروههای اقلیت، بهبود یادگیری محتوای رشته‌ای و بهبود کسب مهارتهای غیررشته‌ای؛
- از آنجا که اجرای یک برنامهٔ آزمایشی موفق ضامن نهادینه شدن آن نیست، اعضای هیئت‌علمی و مدیران نگرششان را نسبت به چگونگی تغییر سازمانی تغییر دادند به‌طوری‌که از اجرای یک برنامهٔ آزمایشی به سمت گسترش برنامه برای جمعیت متنوعی از دانشجویان دانشکده و سپس به سمت نهادینه کردن برنامهٔ درسی حرکت می‌کنند.

مطالب بالا بیانگر این است که طراحی، اجرا و ارزشیابی برنامه‌های درسی تلفیقی نسبت به برنامه‌های درسی رشته‌ای مشکل‌تر است. ازاین‌رو، برای اینکه یک برنامهٔ درسی تلفیقی مؤثر واقع شود باید ویژگیهایی داشته باشد:

---

1. Pennsylvania State University
2. Rensselaer Polytechnic Institute

الف. در اطراف دانش رشته‌ای سازماندهی شود و رشته‌های علمی با ارتباط بیشتر و حمایت متقابل یکدیگر بر خلاف جداگانه و مجزا بودن آموزش داده شوند؛

ب. مهارتها و نگرشهای موردنیاز مهندسان با درسهای رشته‌ای به طور عالی در هم تنیده شوند و مورد حمایت متقابل قرار گیرند تا تنش بالقوه بین رشته‌های فنی و این مهارتها از بین برود؛

پ. هر درس یا تجربهٔ یادگیری، نتایج معینی را در زمینهٔ دانش، مهارتها و نگرشهای موردنیاز مهندسان مشخص سازد و تضمین کند که دانشجویان زیربنای مناسبی برای آینده‌اشان به عنوان یک مهندس به دست می‌آورند [۱۱].

باتوجه‌به اهمیت موضوع، در این پژوهش تلاش شده است به این پرسش که «تا چه اندازه برنامهٔ درسی رشته‌های مهندسی در کشور مبتنی بر رویکردهای تلفیقی است» پاسخ داده شود.

۴. روش پژوهش

برای پاسخ به پرسش مطرح‌شده در بخش پیشین، دو مطالعهٔ تجربی صورت گرفت. در مطالعهٔ نخست که یک تحقیق پیمایشی بود، ازطریق دریافت نظر استادان و دانشجویان مهندسی میزان تناسب برنامهٔ درسی رشته‌های مهندسی با معیارهای برنامهٔ درسی تلفیقی مشخص شد و در مطالعهٔ دوم با استفاده از تحلیل محتوا، سرفصل درسهای رشته‌های مهندسی براساس سطوح دانش و مهارتهای رشته‌ای و میان ـ رشته‌ای بررسی شد.

۵. یافته‌های پژوهش

۵. ۱. برنامهٔ درسی از دیدگاه استادان و دانشجویان مهندسی

در این مطالعه به‌منظور بررسی برنامهٔ درسی رشته‌های مهندسی از دیدگاه تلفیقی، چهار مرحله طی شد:

- استخراج مؤلفه‌های برنامهٔ درسی تلفیقی: مطابق جدول ۱، ۱۴ مدل مستخرج از ائتلافها و توافقنامه‌های بین‌المللی، تحلیل و بررسی شده‌اند و ازطریق کدگذاری باز، معیارها و استانداردهایی که در اکثر مدلها مطرح شده بودند و مستقیماً با برنامهٔ درسی تلفیقی ارتباط داشتند به‌عنوان مؤلفه‌های موردنظر انتخاب شدند.

جدول ۱: برنامهٔ درسی تلفیقی و مؤلفه‌های آن در مدلهای آموزش مهندسی[۱۹]

مدلهای آموزش مهندسی / مؤلفه‌های برنامهٔ درسی تلفیقی	مدل مهندسی آفریقای جنوبی	مدل مهندسی و تکنولوژی آمریکا	مدل مهندسی اروپایی	مدل مهندسان استرالیا	مدل مهندسان ایرلند	مدل آموزش مهندسی تایوان	مدل آموزش مهندسی ژاپن	مدل مهندسان سنگاپور	مدل آموزش مهندسی CDIO	مدل مهندسان کانادا	مدل آموزش مهندسی کره	مدل مهندسان مالزی	مدل مهندسان حرفه‌ای نیوزیلند	مدل مهندسان هنگ‌کنگ
تلفیق دانش، مهارتها و نگرشها در برنامهٔ درسی	o	o	o	o	o		o	o	•	o	•	•	•	o
تلفیق علم، فنّاوری، مهندسی و ریاضیات در برنامهٔ درسی	o	o	o	o	o		o		•	•	•	•	•	o
وجود تجارب طراحی ـ اجرا در برنامهٔ درسی	•	•	•	•	•			•	•	•	•	•	•	•
تناسب محتوا با دانش، مهارتها و نگرشهای موردنیاز مهندسان	•	•	•	•	•	o	•	•	•	o	o	o	•	•

نوع ارتباط: • ارتباط قوی o ارتباط مناسب

- تعیین میزان اهمیت برنامهٔ درسی تلفیقی (وضعیت مطلوب): ازطریق پرسش‌نامه‌ای الکترونیکی نظر ۲۲۶ عضو هیئت‌علمی دانشکده‌های مهندسی کشور درخصوص میزان اهمیت مؤلفه‌های برنامهٔ درسی تلفیقی دریافت شد. مطابق جدول ۲، بین میانگین هریک از مؤلفه‌ها با ملاک حد متوسط تفاوت معناداری وجود دارد ($p<۰/۰۵$). یعنی از نظر اعضای هیئت‌علمی، اهمیت هریک از مؤلفه‌های برنامهٔ درسی تلفیقی بالاتر از حد متوسط ($M=۳$) است و بر رعایت آنها تأکید کرده‌اند.

جدول ۲: مقایسه میانگین نظر اعضای هیئت‌علمی دربارهٔ میزان اهمیت مؤلفه‌های برنامهٔ درسی تلفیقی با ملاک حد متوسط

میزان اهمیت مؤلفه‌های برنامهٔ درسی تلفیقی	میانگین	انحراف استاندارد	درجه آزادی	t	p
تلفیق دانش، مهارتها و نگرشها در برنامهٔ درسی	۴/۳۵	۰/۶۸	۲۲۵	۲۹/۸۸	۰/۰۰۱
تلفیق علم، فنّاوری، مهندسی و ریاضیات در برنامهٔ درسی	۴/۳۹	۰/۶۵	۲۲۵	۳۲/۴۳	۰/۰۰۱
وجود تجارب طراحی ـ اجرا در برنامهٔ درسی	۴/۲۶	۰/۶۸	۲۲۵	۲۷/۹۴	۰/۰۰۱
تناسب محتوا با دانش، مهارتها و نگرشهای موردنیاز مهندسان	۴/۴۵	۰/۵۹	۲۲۵	۳۷/۰۷	۰/۰۰۱

- تعیین میزان رعایت برنامهٔ درسی تلفیقی (وضعیت موجود): به‌منظور بررسی میزان رعایت مؤلفه‌های برنامهٔ درسی تلفیقی، نظر استادان و دانشجویان سال آخر رشته‌های مهندسی دانشگاههای دولتی، آزاد اسلامی، پیام‌نور و غیرانتفاعی استان کرمان ازطریق پرسش‌نامه دریافت شد. در مجموع، ۴۳۱ نفر از استادان و ۷۸۱ نفر از دانشجویان سال آخر این دانشگاهها به پرسش‌نامهٔ موردنظر پاسخ دادند. برای انتخاب افراد نمونه از روش نمونه‌گیری طبقه‌ای برحسب دانشگاه استفاده شد. مطابق جدول ۳، تفاوت معناداری بین میانگین نظر استادان درخصوص مؤلفه‌های برنامهٔ درسی تلفیقی با ملاک حد متوسط (M=۳) وجود ندارد (p>۰/۰۵). یعنی، از نظر استادان، میزان رعایت هرکدام از این مؤلفه‌ها در برنامه‌های آموزش مهندسی در حد متوسط است. اما تفاوت معناداری بین میانگین نظر دانشجویان با ملاک حد متوسط (M=۳) وجود دارد (p<۰/۰۵). بنابراین، وضعیت موجود این مؤلفه‌ها از دیدگاه دانشجویان پایین‌تر از حد متوسط است.

جدول ۳: مقایسهٔ میانگین نظر استادان و دانشجویان دربارهٔ میزان رعایت مؤلفه‌های برنامهٔ درسی تلفیقی با ملاک حد متوسط

	میزان رعایت مؤلفه‌های برنامهٔ درسی تلفیقی	میانگین	انحراف استاندارد	درجه آزادی	t	p
دیدگاه استادان	تلفیق دانش، مهارتها و نگرشها در برنامهٔ درسی	۲/۹۳	۰/۸۶	۴۲۸	-۱/۵۷	۰/۱۱۶
	تلفیق علم، فناوری، مهندسی و ریاضیات در برنامهٔ درسی	۲/۹۳	۰/۹۱	۴۲۹	-۱/۶۴	۰/۱۰۳
	وجود تجارب طراحی ـ اجرا در برنامهٔ درسی	۲/۹۳	۰/۸۷	۴۲۹	-۱/۶۶	۰/۰۹۹
	تناسب محتوا با دانش، مهارتها و نگرشهای موردنیاز مهندسان	۳/۰۱	۰/۹۰	۴۲۵	۰/۳۲۱	۰/۷۴۸
دیدگاه دانشجویان	تلفیق دانش، مهارتها و نگرشها در برنامهٔ درسی	۲/۷۳	۰/۹۹	۷۶۹	-۷/۶۷	۰/۰۰۱
	تلفیق علم، فنّاوری، مهندسی و ریاضیات در برنامهٔ درسی	۲/۷۲	۱/۰۱	۷۶۹	-۷/۶۶	۰/۰۰۱
	وجود تجارب طراحی ـ اجرا در برنامهٔ درسی	۲/۶۰	۱/۰۴	۷۷۰	-۱۰/۷۵	۰/۰۰۱
	تناسب محتوا با دانش، مهارتها و نگرشهای موردنیاز مهندسان	۲/۷۵	۱/۰۴	۷۷۳	-۶/۷۶	۰/۰۰۱

- تعیین فاصلهٔ بین وضعیت موجود و وضعیت مطلوب برنامهٔ درسی تلفیقی: برای تعیین فاصلهٔ بین وضعیت موجود و وضعیت مطلوب برنامهٔ درسی تلفیقی نتایج حاصل از دو مرحلهٔ پیش با یکدیگر مقایسه شدند. چنانکه در جدول ۴ مشاهده می‌شود، بین میانگین نظر استادان و دانشجویان درخصوص وضعیت موجود مؤلفه‌های برنامهٔ درسی تلفیقی با میانگین وضعیت مطلوب تفاوت معناداری وجود دارد ($p<۰/۰۵$). به عبارت دیگر، از دیدگاه استادان و دانشجویان وضعیت موجود تمام مؤلفه‌ها پایین‌تر از وضعیت مطلوب است.

جدول ۴: مقایسه میانگین نظر استادان و دانشجویان دربارهٔ وضعیت موجود مؤلفه‌های برنامهٔ درسی تلفیقی با میانگین وضعیت مطلوب

	مؤلفه‌های برنامهٔ درسی تلفیقی	وضعیت موجود	وضعیت مطلوب	تفاوت	t	p
دیدگاه استادان	تلفیق دانش، مهارتها و نگرشها در برنامهٔ درسی	۲/۹۳	۴/۳۵	-۱/۴۱	-۳۳/۹۹	۰/۰۰۱
	تلفیق علم، فنّاوری، مهندسی و ریاضیات در برنامهٔ درسی	۲/۹۳	۴/۳۹	-۱/۴۷	-۳۳/۲۴	۰/۰۰۱
	وجود تجارب طراحی ـ اجرا در برنامهٔ درسی	۲/۹۳	۴/۲۶	-۱/۳۳	-۳۱/۵۷	۰/۰۰۱
	تناسب محتوا با دانش، مهارتها و نگرشهای موردنیاز مهندسان	۳/۰۱	۴/۴۵	-۱/۴۴	-۳۲/۷۹	۰/۰۰۱
دیدگاه دانشجویان	تلفیق دانش، مهارتها و نگرشها در برنامهٔ درسی	۲/۷۳	۴/۳۵	-۱/۶۲	-۴۵/۵۰	۰/۰۰۱
	تلفیق علم، فناوری، مهندسی و ریاضیات در برنامه درسی	۲/۷۲	۴/۳۹	-۱/۶۷	-۴۶/۰۵	۰/۰۰۱
	وجود تجارب طراحی ـ اجرا در برنامه درسی	۲/۶۰	۴/۲۶	-۱/۶۶	-۴۴/۳۷	۰/۰۰۱
	تناسب محتوا با دانش، مهارتها و نگرشهای موردنیاز مهندسان	۲/۷۵	۴/۴۵	-۱/۷۰	-۴۵/۶۸	۰/۰۰۱

۵. ۲. تحلیل سرفصل درسهای رشته‌های مهندسی

در این مطالعه، با استفاده از روش نمونه‌گیری هدفمند سه رشتهٔ فنی مهندسی در مقطع کارشناسی پیوسته که بیشترین فراوانی را در دانشگاههای کشور دارد، بررسی شد. یعنی، رشته‌هایی که در اکثر دانشگاههای کشور در مقطع کارشناسی پیوسته دانشجو می‌پذیرند. این رشته‌ها عبارتند از: مهندسی کامپیوتر (نرم‌افزار)، مهندسی عمران (عمران) و مهندسی برق (الکترونیک).

با استفاده از بازبینه‌های[1] تهیه‌شده براساس شیوه‌های سازماندهی محتوای برنامهٔ درسی (رشته‌ای و میان ـ رشته‌ای)، سرفصل هر درس با کمک یک عضو هیئت‌علمی دانشگاه که هم به تدریس آن درس اشتغال دارد و هم در آن زمینه متخصص است، بررسی و تحلیل شد. در این زمینه از سطوح دانش و مهارتها [۲۰] مطابق جدول ۵ استفاده شد؛ با شمارش عناوین و گزاره‌های موجود در هر سرفصل در ارتباط با سطوح مختلف دانش و مهارتها مشخص شد تا چه اندازه در سرفصل یک درس از دانش و مهارتهای رشته‌ای و میان- رشته‌ای استفاده شده است. براساس مقیاس موردنظر، میزان استفاده از

---

۱. چک لیستها

این دانش و مهارتها به سه سطح تقسیم شد: نشانهٔ ♦برای استفادهٔ زیاد، نشانهٔ ● برای استفادهٔ متوسط و نشانهٔ o برای استفادهٔ کم.

جدول ۵: میزان استفاده از شیوه‌های سازماندهی رشته‌ای و میان- رشته ای در درسهای مهندسی ....

شیوه‌های سازماندهی رشته‌ای و میان رشته‌ای						
	سطوح دانش				سطوح مهارتها	
عناوین درسها	۱.حقایق و موضوعها	۲. مفاهیم رشته‌ای	۳. مفاهیم میان- رشته‌ای	۴. تعمیمها، اصول و نظریه‌ها	۱. مهارتهای سطح پایین	۲. مهارتهای رشته‌ای	۳. مهارتهای میان- رشته‌ای
۱							
۲							
۳							
۴							
۵							
.							
.							
.							
.							
n							
میزان استفاده:	زیاد ♦			متوسط ●	کم o		

با تحلیل محتوای برنامهٔ درسی رشته‌های مهندسی کامپیوتر (نرم‌افزار)، عمران (عمران) و برق (الکترونیک) براساس شیوه‌های سازماندهی رشته‌ای و میان- رشته‌ای نتایج زیر به دست آمد:

- در اکثر درسهای رشته‌های مورد بررسی سطوح دانش به‌استثنای سطح مفاهیم میان ـ رشته‌ای، به میزان زیاد یا متوسط تأکید شده است، اما استفاده از مفاهیم میان ـ رشته‌ای آن هم در برخی درسها به میزان کم بوده است. این موضوع نشان‌دهندهٔ این است که در سطح دانش، درسهای رشته‌های مهندسی متمایل به سمت شیوه‌های سازماندهی رشته‌ای‌اند و با شیوه‌های تلفیقی یا میان ـ رشته‌ای فاصلهٔ زیادی دارند؛
- با بررسی نتایج تحلیل در ارتباط با سطوح مختلف مهارتها به صراحت مشخص است که اکثریت درسهای رشته‌های موردمطالعه به ترتیب بر مهارتهای سطح پایین، مهارتهای رشته‌ای و به میزان کمی آن هم برخی درسها (پروژه و کارآموزی) بر مهارتهای میان ـ رشته‌ای تأکید دارند. از آنجا که مهارتهای سطح پایین مستلزم یادآوری، شرح دادن، مثال زدن، آزمایش

کردن و بیان مطالب درسی هستند دانشجویان را به سطوح بالاتر شامل تحلیل، ترکیب و ارزشیابی نمی‌رسانند و یادگیری حفظی و طوطی‌وار را افزایش می‌دهند. استفاده از این مهارتها نسبت به مهارتهای رشته‌ای و میان ـ رشته‌ای در درسهای رشته‌های مهندسی نسبتاً زیاد است و این باعث درگیری کمتر دانشجویان در فعالیتهای یادگیری می‌شود. همچنین استفاده کم و ناچیز از مهارتهای میان ـ رشته‌ای امکان کاربرد آموخته‌های دانشجویان را از یک زمینه مطالعاتی به زمینهٔ دیگر کاهش می‌دهد و مطالب آموخته‌شده با مسائل دنیای واقعی ارتباط کمتری پیدا می‌کنند؛

- درسهایی که پروژه و آزمایشگاه دارند تا حدودی کمبود مهارت در قسمت نظری درس را جبران کرده‌اند، اما هنوز کمبود مهارتهای رشته‌ای و به‌خصوص مهارتهای میان ـ رشته‌ای در این درسها احساس می‌شود؛
- باتوجه‌به تحلیل سرفصل درسهای رشته‌های مهندسی کامپیوتر، عمران و برق براساس سطوح دانش و مهارتها، محتوای برنامهٔ درسی این رشته‌ها به سمت شیوهٔ سازماندهی رشته‌ای تمایل دارد و از شیوه‌های تلفیقی و میان ـ رشته‌ای فاصلهٔ زیادی دارند.

۶. نتیجه‌گیری: ایجاد پُل دانستن/ انجام دادن/ شدن

بررسی پیشینهٔ پژوهش نشان داد که برنامهٔ درسی تلفیقی/ میان ـ رشته‌ای از ضرورتهای آموزش مهندسی در قرن بیست‌ویکم است، در صورتی که مطالعات انجام شده بیانگر این است که برنامهٔ درسی بیشتر دانشگاهها و رشته‌های مهندسی مبتنی بر ساختار رشته‌ای است. به‌همین منظور، برای طراحی، اجرا و ارزشیابی برنامهٔ درسی تلفیقی در رشته‌های مهندسی می‌توان از «چارچوب دانستن/ انجام دادن/ شدن»[1] دراک و بارنز[2] [۲۰] استفاده کرد. طبق این رویکرد، در طراحی برنامهٔ درسی و آموزش باید به سه پرسش اصلی پاسخ داده شود:

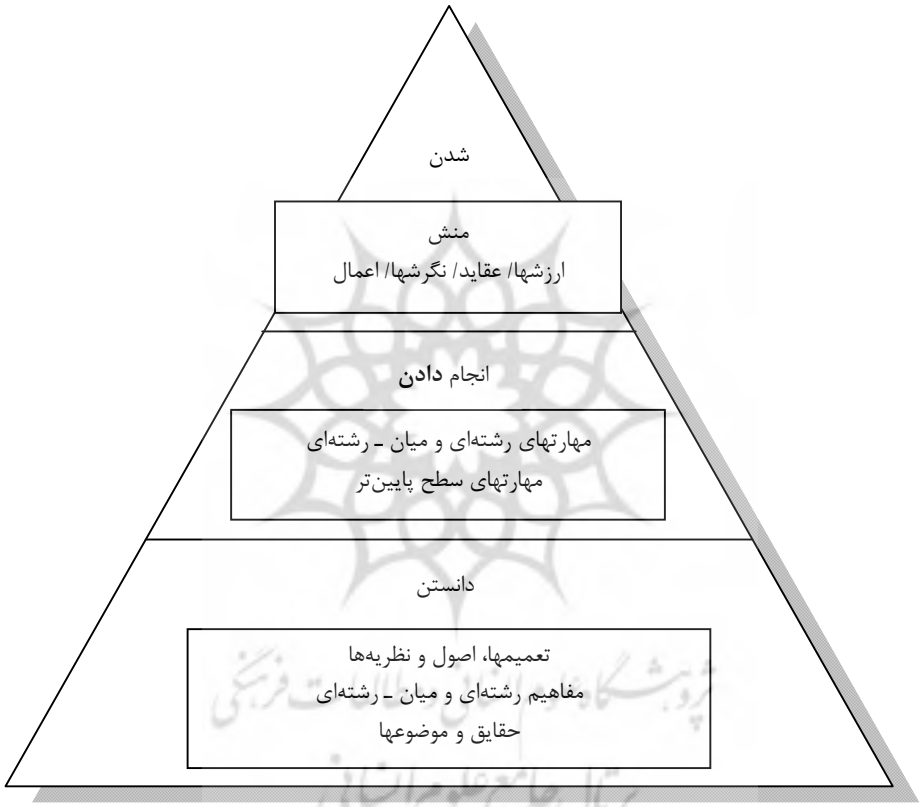
- مهمترین چیزهایی که دانشجویان باید بدانند، چیست؟
- مهترین کارهایی که دانشجویان باید قادر به انجام آن باشند، کدام‌اند؟
- ما می خواهیم دانشجویان چه نوع افرادی بشوند؟

پاسخ به این پرسشها به تعیین «چارچوب دانستن/ انجام دادن/ شدن» می‌رسد. استفاده از این چارچوب زمانی که به طراحی برنامهٔ درسی و آموزش در یک رشته علمی مشغولیم مفید است، اما برای طراحی برنامهٔ درسی و آموزش میان ـ رشته‌ای ارزش بسیار زیادی دارد.

---

1. KNOW/DO/BE Framework
2. Drake, Susan M. & Burns, Rebecca C.

گام اول در طراحی برنامهٔ درسی و آموزش براساس «چارچوب دانستن/ انجام دادن/ شدن» تعیین نتایج مطلوبی است که دانشجویان باید به آن دست یابند. مطابق شکل ۱، ساختار مثلثی «چارچوب دانستن/ انجام دادن/ شدن» بیانگر اندازهٔ هر طبقه است. «دانستن» به‌عنوان بزرگترین طبقه در این چارچوب مطرح است و حقایق، موضوعها، مفاهیم، تعمیمها، اصول و نظریه‌ها را در برمی‌گیرد.



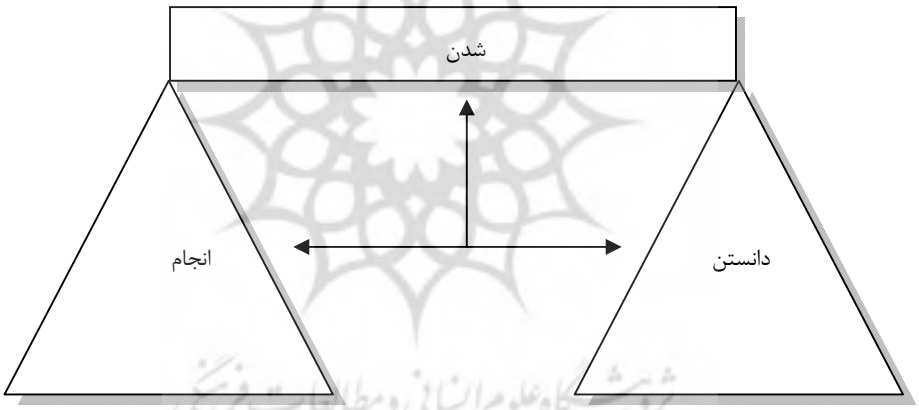
شکل ۱: چارچوب اصلی دانستن/ انجام دادن/ شدن [۲۰]

طبقهٔ «انجام دادن» مقداری کوچک‌تر از طبقهٔ دانستن است و مهارتهای کلی‌تر مانند ارتباطات، تحقیق، مدیریت اطلاعات و مهارتهای سطح بالاتر از قبیل تحلیل، ترکیب و ارزشیابی در «طبقه‌بندی

بلوم»[1] را شامل می‌شود. به علاوه، این طبقه شامل مهارتهای سطح پایین‌تری چون حفظ کردن و یادآوری است.

طبقهٔ «شدن» شامل نگرشها، عقاید و اعمالی است که انتظار داریم دانشجویان ابراز کنند. پرورش منش، آموزش دموکراتیک، پرورش انسانهای کامل و ایجاد عادتهای فکری مناسب در آنها موارد مربوط به طبقهٔ «شدن» هستند. «شدن» کوچکترین و بحث‌برانگیزترین طبقه به‌شمار می‌رود.

در شکل ۱ «شدن» کوچک‌ترین و در عین حال مهمترین طبقه در چارچوب «دانستن/ انجام دادن/ شدن» محسوب می‌شود، بنابراین، شکل ۱ نمی‌تواند بیانگر اهمیت هر کدام از این حیطه‌ها باشد. به جای استفاده از یک مثلث می‌توان برای «دانستن» و «انجام دادن» هر کدام یک مثلث در نظر گرفت که به‌عنوان حامیان «شدن» عمل کند و به‌عنوان پُلی روی این دو مثلث قرار گیرد. شکل ۲ این تغییر دیدگاه را نشان می‌دهد.



شکل ۲: پُل دانستن/ انجام دادن/ شدن [۲۰]

«دانستن» و «انجام دادن» برای پشتیبانی از پُل با یکدیگر در تعامل‌اند و باید برای ایجاد پُل «شدن» هم‌ارز یکدیگر باشند در غیر این صورت پُلی وجود نخواهد داشت. بنابراین، شخص برای دانستن محتوا باید فعالانه کاری انجام دهد. به علاوه، ممکن نیست که کاری بدون وجود محتوای

---

1. Bloom's Taxonomy

(در طبقه‌بندی بُلوم، هدفهای آموزشی در حیطهٔ شناختی به شش سطح تقسیم می‌شوند: دانش، فهمیدن، به کار بستن، تحلیل، ترکیب و ارزشیابی. این هدفها سلسله‌مراتبی هستند، یعنی دستیابی به هدفها در هر کدام از این سطوح مستلزم تحقق هدفهای سطوح پایین‌تر است)

«دانستن» انجام شود. در نتیجه، شدن بیانگر چیزی است که فرد با دانستن و انجام دادن ابراز می‌کند. مثلاً آیا دانشجو با یادگیری زیست‌بومها (اکوسیستمها)، در ارتباط با محیط‌زیست غیرمسئولانه رفتار می‌کند؟ آیا زمانی که دانشجو کار گروهی انجام می‌دهد مُخل کارِ گروه است، اگرچه او مهارتهای حل مسئلهٔ مشارکتی را یاد گرفته است؟ آیا رفتارهایی که ارزشهای دانشجویان را منعکس می‌کنند با دانش و مهارتهایی که آموخته است، سازگاری دارد؟

اکنون باتوجه‌به اهمیت «دانستن، انجام دادن و شدن» در برنامه‌های درسی تلفیقی می‌توان به سه پرسش مطرح‌شده در ارتباط با چارچوب دانستن/ انجام دادن/ شدن دقیق‌تر پاسخ داد:

الف. مهمترین چیزهایی که دانشجویان باید بدانند، چیست؟ دسته‌بندی چیزهایی که واقعاً ارزش دانستن دارند در قالب سطوح دانش می‌تواند درک ما را نسبت به محتوای برنامه‌های درسی و آنچه که دانشجویان باید یاد بگیرند افزایش دهد:

- وقایع و حقایق: در پایین‌ترین سطح دانش، واقع شده‌اند. مثلاً، شناخت سه نوع صنعت اصلی و ارائهٔ مثال برای آنها؛
- موضوعات: در سطح بعدی دانش قرار دارند. هر موضوع دربرگیرندهٔ حقایق است. موضوعی مانند «صنعت نفت» دربرگیرندهٔ حقایقی چون تاریخ صنعت نفت، کشورهای فعال در این زمینه و پیشرفتهای حاصل‌شده است. بیشتر واحدهای آموزشی شامل یک موضوع مطالعاتی می‌شوند؛
- مفاهیم: مفاهیم به‌عنوان چتری برای حقایق و موضوعها عمل می‌کنند؛ یک مفهوم نامی برای طبقه بندی مطالب واقعی است و می تواند نقش یک سازماندهنده را ایفا کند. همهٔ مفاهیم یکسان نیستند. برخی از آنها مفاهیم سطح پایین‌تر و مربوط به رشتهٔ علمی خاصی می‌شوند، مانند مفهوم فتوسنتز در علوم و مفهوم احتمال در ریاضی. برخی دیگر از آنها مفاهیم سطح بالاترند که قابل انتقال به رشته‌های علمی دیگر هستند، مانند مفاهیم پایداری، علت و معلول، نظم، سیستم و تنوع؛
- درک و فهمهای پایدار (تعمیمها): حتی در سطح بالاتر ساختار دانش، ایده‌های بزرگ (درک و فهمهای پایدار) قرار دارند. آنها درک و فهمهای ضروری یا تعمیمها هستند و می‌توانند از زمانی به زمان دیگر و از فرهنگی به فرهنگ دیگر انتقال یابند. یک درک و فهم پایدار یا تعمیم معمولاً ارتباط دو یا چند مفهوم را بیان می‌کند. مثلاً، فرهنگها در طول زمان تغییر می‌کنند؛
- اصول و نظریه‌ها: در بالاترین سطح ساختار دانش اصول و نظریه‌ها قرار دارند. اصول متفاوت از تعمیمها هستند و به‌عنوان حقیقت در نظر گرفته می‌شوند که نیازی نیست به طور مداوم مورد آزمون قرار گیرند. قانون جاذبه مثال خوبی برای این اصل است. در رأس مثلث دانش نظریه‌ها قرار دارند.

در میان سطوح مختلف دانش، مفاهیم قابل انتقال زیربنای خوبی برای سازمان‌دهی برنامهٔ درسی تلفیقی فراهم می‌کند، اما متأسفانه در سرفصل برنامه‌های درسی، مفاهیم میان ـ رشته‌ای به طور واضح مشخص نشده‌اند.

ب. مهم‌ترین کارهایی که دانشجویان باید قادر به انجام آن باشند، کدام‌اند؟ چه چیزی ارزش انجام دادن دارد؟ بسیاری مشاغل در قرن بیست‌ویکم سطح بالایی از آمادگی حرفه‌ای را طلب می‌کنند. ما به چه نحوی دانشجویان را آماده می‌کنیم؟ باتوجه‌به تغییرات سریع فنّاوری آیا آنچه را تدریس می‌کنیم متناسب با نیازها کاری خواهد بود؟ کارفرمایان خواهان افرادی هستند که در مهارتهای مرتبط با کار از قبیل برقراری ارتباط، تفکر خلاّق، تصمیم‌گیری، دانستن چگونه یادگرفتن، پاسخگویی و کار گروهی شایستگی داشته باشند. این مهارتها، میان ـ رشته‌ای‌اند و مربوط به محتوای مشخصی نیستند.

برای مهارتها نیز همانند دانش می‌توان سلسله‌مراتبی به شرح زیر در نظر گرفت. مهارتها با افعالی مانند تشخیص دادن، طراحی کردن و ساختن مشخص می‌شوند. این افعال سطح موردانتظار از عملکرد دانشجو را بیان می‌کنند.

- مهارتهای سطح پایین‌تر: در پایین‌ترین سطح مثلث «انجام دادن»، مهارتهایی قرار دارند که نیازمند این هستند که دانشجویان فقط دانش موجود را بیان کنند. دانشجویان زمانی که فهرست می‌کنند، نام می‌برند، مشخص می‌کنند و شرح می‌دهند مصرف‌کنندهٔ دانش‌اند. بسیاری از محتوای برنامه‌های درسی در این سطح قرار دارند؛
- مهارتهای خاص یک رشتهٔ علمی (رشته‌ای): در سطح بالاتر مثلث «انجام دادن»، مهارتهای رشته‌ای قرار دارند. افعال فارغ از رشته‌های علمی‌اند، اما همین که با محتوای یک رشتهٔ علمی ارتباط پیدا می‌کنند، تبدیل به مهارتهای رشته‌ای می‌شوند. این مهارتها امکان دارد در سطح پایین‌تر باشند و از دانشجویان نخواهند که دانش جدید تولید کنند. از سوی دیگر، این مهارتها ممکن است نیازمند عملکردهای پیچیده باشند و از دانشجویان بخواهند که دست به تولید دانش بزنند. برخلاف مهارتهای سطح پایین‌تر، مهارتهای رشته‌ای از دانشجویان می‌خواهند که فعالانه کاری روی محتوا انجام دهند. مثلاً، مقایسهٔ صنایع تولیدی و خدماتی؛
- مهارتهای میان ـ رشته‌ای: مهارتهای میان ـ رشته‌ای در بیش از یک موضوع درسی ظاهر می‌شوند و اغلب در زمینهٔ زندگی واقعی مفیدند. آنها ابزاری طبیعی برای ایجاد ارتباط بین رشته‌های علمی ارائه می‌کنند. مهارتهای میان ـ رشته‌ای نیازمند عملکردهای پیچیده و دانشجویان تولیدکنندگان دانش‌اند. برخی از مهارتهای میان ـ رشته‌ای و مرتبط با عملکردهای

پیچیده عبارتند از: مدیریت اطلاعات، تحقیق، تفکر انتقادی، طراحی و ساخت، تفکر سیستمی، برقراری ارتباط و حل مسئله.

هر مهارت میان ـ رشته‌ای مجموعه‌ای از مهارتها را دربرمی‌گیرد. برخی مهارتها، توسعه‌ای هستند از قبیل خواندن، نوشتن، گوش دادن و صحبت کردن و برخی دیگر مهارتهای فرایندی که نیازمند عملکردهای پیچیده و مستلزم مجموعهٔ مشخصی از مهارتهاست. متأسفانه سرفصل برنامه‌های درسی به‌ندرت مهارتهای میان ـ رشته‌ای را مشخص می‌کنند و همچنین زیرمجموعه‌های خاص هر مهارت را تعیین نمی‌کنند؛

پ. ما می‌خواهیم دانشجویان چه نوع افرادی بشوند؟ می‌خواهیم دانشجویان در دنیا چه انسانهایی شوند؟ اینکه برنامهٔ درسی فارغ از ارزشهاست و فقط بر توسعهٔ علمی متمرکز است پذیرفتنی نیست. برنامهٔ درسی اغلب منجر به رویکردی فنی و بی‌روح برای آموزش دانش و مهارتها می‌شود. ارزشها در کلاس درس وجود دارند، خواه اینکه ما بخواهیم آنها باشند یا نه. استادان هر روز با آنچه که می‌گویند و انجام می‌دهند و یا آنچه که نمی‌گویند و انجام نمی‌دهند ارزشهای فردی را آموزش می‌دهند. همچنین هر فعالیت آموزشی که مستلزم تفکر سطح بالاتر است نیازمند قضاوتهای ارزشی است. برای مثال، چطور می‌توان بدون یک چارچوب ارزشی دست به ارزشیابی زد؟ در واقع، دانشجویان هم در دانشگاه و هم در خارج از دانشگاه با جهانی مملو از ارزشها در تعامل‌اند. اما این جنبه از برنامهٔ درسی معمولاً در سطح ضمنی (پنهان) قرار دارد.

با پاسخ به این پرسش که دانشجویان مهندسی چه باید بدانند، انجام دهند و بشوند؟ می‌توان پُل «دانستن/ انجام دادن/ شدن» را ساخت. این پُل ما را قادر به طراحی برنامهٔ درسی تلفیقی می‌سازد که هم موشکافانه و هم متناسب با نیازهای قرن بیست‌ویکم باشد.

مراجع

1. Redish, E. F. and Smith, K. A. (2008), Looking beyond content: skill development for engineers, *Journal of Engineering Education*, Vol. 97, No. 3, pp. 295-307.
2. Wormley, D. N. (2004), Challenges in curriculum renewal, *International Journal of Engineering Education*, Vol. 20, No. 3, pp. 329-332.

۳. مطهری‌نژاد، حسین (۱۳۹۲)، روند تکامل آموزش مهندسی در جهان و ایران، *فصلنامه آموزش مهندسی ایران*، سال پانزدهم، شماره ۵۸، صص ۱۴-۱.

4. Coyle, E. J., Jamieson, Leah, H. and Oakes, W. C. (2006), Integrating engineering education and community service: themes for the future of engineering education, *Journal of Engineering Education*. Vol. 97, No. 1, pp. 7-11.

۵. دنو (۱۳۷۳)، طراحی برنامه‌ها و مواد آموزشی به شیوهٔ تلفیقی و میان‌رشته‌ای، ترجمهٔ مرتضی خلخالی، *فصلنامه پژوهش و برنامه‌ریزی در آموزش عالی*، شماره ۲، صص ۱۴۴– ۱۲۵.

۶. قورچیان، نادرقلی، رضایی کلانتری، مرضیه، ملکی، حمید و شهیدی، نیما (۱۳۸۷)، *برنامهٔ درسی در نظام آموزشی با تأکید بر روشهای میان‌رشته‌ای*، تهران: فراشناختی اندیشه.

7. Fromm, E. (2003), The changing engineering educational paradigm, *Journal of Engineering Education*, Vol. 92, No. 2, pp. 113-121.

۸. مطهری‌نژاد، حسین، یعقوبی، محمود و دوامی، پرویز (۱۳۹۰)، الزامات آموزش مهندسی باتوجه‌به نیازهای صنعت در کشور ایران، *فصلنامه آموزش مهندسی ایران*، سال سیزدهم، شماره ۵۲، صص ۳۹– ۲۳.

9. McCowan, J. D. and Knapper, C. (2002), An integrated and comprehensive approach to engineering curricula, part one: objectives and general approach, *International Journal of Engineering Education*, Vol. 18, No. 6, pp. 633-637.

10. Harrison, J. C. (2002), On scope and assessment in modern engineering education, *International Journal of Engineering Education*, Vol. 18, No. 3, pp. 301-306.

11. Crawley, E. F., Malmqvist, J., Ostlund, S. and Brodeur, D. (2007), *Rethinking engineering education: The CDIO Approach,* New York: Springer.

۱۲. مطهری‌نژاد، حسین (۱۳۹۱)، ارائهٔ مدلی برای مدیریت آموزش مهندسی در ایران، رسالهٔ دکتری، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران.

12. Froyd, J. E. and Ohland, M. W. (2005), Integrated engineering curricula, Journal *of Engineering Education*, Vol. 94, No. 1, pp. 147-164.

13. Dym, C. L. (2004), Design, systems, and engineering education, *International Journal of Engineering Education*, Vol. 20, No. 3, pp. 305-312.

14. Downing, C. G. (2001), Essential non-technical skills for teaming, *Journal of Engineering Education*, Vol. 90, No. 1, pp. 113-117.

15. McCowan, J. D. (2002), An integrated and comprehensive approach to engineering curricula, part two: techniques, *International Journal of Engineering Education*, Vol. 18, No. 6, pp. 638-643.

16. Gereffi, G., Vivek W., Ben R. and Ryan O.(2008), Getting the numbers right: international engineering education in the United States, China, and India, *Journal of Engineering Education*, Vol. 97, No. 1, pp. 13-25.

17. Grasso, D., Kara M. C. and Sandra D. (2004), Defining engineering thought, *International Journal of Engineering Education*, Vol. 20, No. 3, pp. 412-415.

18. Motahhari-Nejad, H., Ghourchian, N. G., Jafari, P. and Yaghoubi, M. (2012), Global approach for reforming engineering education in Iran, *International Journal of Engineering Education*, Vol.28, No.53, pp. 1243-1252.

19. Drake, S. M. and Burns, R. C. (2004), Meeting standards through integrated curriculum, USA: association for supervision and curriculum development.