

چطور بفهمیم که یک روش در آموزش مهندسی کارآمد است؟

من فکر می‌کنم همه ما هر سال برای یاد دادن مسائلی که فهم آن برای دانشجویان سخت است، ایده‌های درخشانی داشته‌ایم. شما ایده‌تان را اجرا می‌کنید، آن را دوست دارید و به دفعات شاهد لحظات شادی بخش "آها" گفتن دانشجویان در کلاس هستید. همه چیز خوب پیش می‌رود تا اینکه، یکی از همکاران شما، لبخند بر لب، سوال‌های منطقی و تاحدی ناخوشایند را از شما می‌پرسد: از کجا می‌دانی این روش از روشهای دیگر بهتر است؟ می‌دانی این روش چرا موثر است؟ آیا در شرایط دیگر هم کارآمد است؟

پس، نتیجه می‌گیریم چهره‌های خندان سرکلاس جالب هستند و ما امیدواریم تعداد زیادی از آنها را ببینیم، اما این‌ها بهترین دلیل برای تاثیرگذار بودن یک روش تدریس نیستند. گفتن جمله "ما این روش را امتحان کرده‌ایم و هم ما و هم دانشجویان^۱، آن را دوست داریم"، روش مناسبی برای ارزیابی اثربخشی استراتژی‌های آموزشی نیست.

نوآوری‌های منتشر شده در آموزش مهندسی به اوایل قرن بیستم برمی‌گردد. در ابتدا، روش‌های خوب، امتحان شده و به اشتراک گذاشته شدند اما متخصصان کمی در تدریس یا تحقیقات آموزشی پرورش یافتند. با افزایش تعداد دانشجویان در رشته‌های مهندسی و توسعه مهندسی، گزارش‌های مهم^(۳و۲) و الزامات اعتبار بخشی^۴، استادان را بر آن داشت تا در مورد آموزش مهندسی، بیش از پیش بر رویکرد علمی و مشارکتی متمرکز شوند.

بنجامین بلوم^۲، (صاحب طبقه بندی اهداف آموزشی^۳ مشهوری که به نام طبقه بندی بلوم^۴ شناخته می‌شود) بعنوان پیشگام در پژوهش پیرامون این موضوع شناخته می‌شود؛ اینکه چه روشی در فضای کلاس کارآمد خواهد بود؟ بلوم، پدیده Two-Sigma را شناسایی کرد که نشان می‌داد دانشجویانی که بصورت خصوصی آموزش دیده‌اند، به اندازه دو انحراف استاندارد بیشتر از دانشجویانی که در کلاس‌های عادی آموزش دیده‌اند، نتیجه بهتری می‌گیرند. به بیان دیگر، یک دانشجوی متوسط در سیستم آموزش خصوصی از ۹۸ درصد دانشجویان در آموزش عمومی عملکرد بهتری دارد^۵. او پرسشی انتقادی مطرح کرد: آیا پژوهشگران و مربیان می‌توانند شرایطی برای آموزش-یادگیری طراحی کنند که اکثریت دانشجویان کلاس‌های آموزش عمومی به سطح دانشجویان تحت آموزش خصوصی برسند؟

بلوم و دانشجویان تحصیلات تکمیلی‌اش دریافته‌اند که ترکیبی از رویکردها می‌تواند ما را به متوسط دستاوردهای یادگیری آموزش خصوصی نزدیک کند. این روش‌ها عبارتند از:

- مستری لرنینگ (mastery learning): تا دانشجو به یک بخش از محتوا مسلط نشود، اجازه ورود به بخش بعدی را ندارد.
- ارزیابی در ابتدای هر دوره برای شناسایی و رفع شکاف‌ها در پیش‌نیازها.
- رویکردهای آموزشی اصلاح شده که به موجب آن به مربیان آموزش داده می‌شود تا دانش‌جویان را در فعالیتهای یادگیری فعال شرکت داده، عملکرد دانشجو را مشاهده و بر اساس آن شیوه آموزش خود را اصلاح کنند.

^۱ Major reports

^۲ Benjamin Bloom

^۳ Taxonomy of Educational Objectives

^۴ Blooms Taxonomy

حال در سال ۲۰۱۶، انبوهی از این قبیل پژوهش‌ها در دست داریم. یک مطالعه ترکیبی که توسط جان هتی^۵ انجام شد و شامل بیش از ۸۰۰ متاآنالیز بود که در آن بالغ بر ۵۰۰۰۰ مطالعه بر روی بیش از ۲۰۰ میلیون دانشجو انجام شد تا به این سوال پاسخ دهد که کدام روش کارآمد است و از آن مهم‌تر اینکه بهترین روش چیست؟^۶ هتی گفت:

"یکی از درخواست‌های من این است که از این سوال که "چه روشی کارآمد است؟" بگذریم و به جای آن پرسیم که چه روشی کارآمدترین است. چرا که من می‌توانم نشان دهم که بیش از ۹۵ درصد نوآوری‌ها و سیاست‌ها کارآمد هستند."

او نتیجه می‌گیرد که تقریباً همه راه‌کارها جواب می‌دهند اما این مهم است که ما کارآمدترین روش را در نظر بگیریم. مهمترین اثرات در بررسی‌های هتی که در زمینه آموزش عالی قابل بکارگیری هستند عبارتند از:

- خود ارزشیابی دانشجویان
- تدارک ارزیابی تکاملی برای مربی
- وضوح شاخص ارزشیابی و نتایج یادگیری مورد نظر مربی
- آموزش متقابل
- تدارک بازخورد برای دانشجویان

همانطور که از لیست بالا مشاهده می‌شود، علی‌رغم علاقه ما نسبت به رویکردهای خاص مانند یادگیری پروژه محور، یادگیری مورد محور، یادگیری مشارکتی، دستورالعمل کامپیوتر محور یا یادگیری ترکیبی، هیچ کدام از این موارد در صدر لیست بعنوان بهترین قرار نمی‌گیرند. تمامی این رویکردها می‌توانند در موارد خاص در تامین اهداف یادگیری موثر باشند اما زمانی که اصول فوق را بکار بگیرند، کارآمد می‌شوند.

هتی نتایج را به این صورت خلاصه کرد:

نکته مهمی که از شواهد بررسی شده برمی‌آید اینست که بیشترین تاثیرات بر یادگیری دانشجویان زمانی رخ می‌دهد که مربیان خود یادگیرنده تدریس خود بوده و دانشجویان نیز مربی خود باشند.

بعلاوه، قدرتمندترین فاکتور، ایجاد استقلال بین دانشجویان و در عین حال دادن و گرفتن بازخورد به مربیان است. نکته ای که در این مورد باید رعایت کرد، اجتناب از اعتماد بیش از حد به دانشجویان و ندادن راهنمایی کافی به آنها از طرف مربیان است.

هربرت سیمون^۷، یکی از بنیان‌گذاران حوزه ی علم شناختی، این نکته را بطور ساده بیان می‌کند:

"یادگیری فقط و فقط از آنچه یادگیرنده انجام می‌دهد و به آن می‌اندیشد نتیجه می‌شود. مربی تنها با تاثیر گذاشتن بر آنچه دانشجو برای یادگیری انجام می‌دهد می‌تواند آموزش را ارتقا دهد."

دانلوسکی^۷ برای یافتن پاسخ این پرسش که "چه روشی از منظر دانشجو کارآمد است؟" منابع روانشناسی آموزشی و شناختی را مورد بررسی قرار داد تا بهترین رویکرد را پیدا کند.^۸ مطالعات او نشان داد که بهترین روش عبارتست از تشویق دانشجویان به خود ارزیابی در حین مطالعه، جابجایی تعمدی ترتیب مطالب و برقراری پیوند بین موضوعات مختلف.

^۵ John Hattie

^۶ Herbert Simon

^۷ Dunlosky

اصول آموزش مؤثر در منابع مختلفی بررسی شده‌اند و از این بین منابع آموزش مهندسی حاوی مثال‌های خوبی از رویکردها هستند^{۷-۱۳}. با این حال، ارزشیابی رویکردهای آموزش مهندسی، مانند دیگر حوزه‌ها توسعه یافته نیست.^۸ لیتزینگر^۸ و همکارانش، برخی تمرینات نسبتاً غیر معمول و نوید بخش در مهندسی را جمع‌آوری نموده‌اند که شامل رویکردهایی مانند آموزش همکار^۹، فعالیت‌های استخراج مدل و مسایل چند منظوره با زمینه غنی، یادگیری مساله محور برای ارتقای مهارت‌های حرفه‌ای و مهارت‌های حل مسائل پیچیده و نیز آزمایشگاه‌های تحقیق محور است.^{۱۴} هرچند برمبنای اصول مندرج در منابع، تا جایی که من اطلاع دارم، ما تا به حال شاهد مطالعات گسترده‌ای که دستاوردهای یادگیری این رویکردها را در زمینه‌های مختلف مهندسی مقایسه کند، نبوده‌ایم. (برای مثال، به برگو^{۱۵} مراجعه کنید).

با این حال، ما منابعی غنی از علم یادگیری و پژوهش‌های آموزشی در علوم و ریاضیات، برای تجربه‌های آگاهانه در پداگوژی در اختیار داریم. فعالیت مورد پذیرش فردا، در نهایت، از تجربه‌های آگاهانه در کنار ایده‌های خلاقانه یک ذهن زیرک درباره اینکه چگونه یک مفهوم چالش برانگیز بخصوص را تدریس کنیم، آغاز می‌شود.

^۸ Litzinger

^۹ Peer instruction

1. Wankat, P. C., Felder, R. M., Smith, K. A. & Oreovicz, F. S. The scholarship of teaching and learning in engineering. in *Disciplinary styles in the scholarship of teaching and learning: Exploring common ground* (eds. Huber, M. & Morreale, S.) 217–237 (2002).
2. Boyer, E. L. *Scholarship Reconsidered: Priorities of the Professoriate*. (Carnegie Foundation for the Advancement of Teaching, 1990).
3. National Science Board. *Undergraduate science, math, and engineering education*. (National Science Foundation, 1986).
4. Volkwein, J. F., Lattuca, L. R., Terenzini, P. T., Strauss, L. C. & Sukhbaatar, J. Engineering change: A study of the impact of EC2000. *Int. J. Eng. Educ.* **20**, 318–328 (2004).
5. Hanrahan, H. The Washington accord: history, development, status and trajectory. in *7th ASEE global colloquium on engineering education* 19–23 (2008).
6. Bloom, B. S. The 2 sigma problem: The search for methods of group instruction as effective as one-to-one tutoring. *Educ. Res.* 4–16 (1984).
7. Biggs, J. & Tang, C. *Teaching for quality learning at university*. (Open university press, 2011).
8. Hattie, J. *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. (Routledge, 2008).
9. Dunlosky, J., Rawson, K. A., Marsh, E. J., Nathan, M. J. & Willingham, D. T. Improving Students' Learning With Effective Learning Techniques Promising Directions From Cognitive and Educational Psychology. *Psychol. Sci. Public Interest* **14**, 4–58 (2013).
10. Ambrose, S. A., Bridges, M. W., DiPietro, M., Lovett, M. C. & Norman, M. K. *How Learning Works: Seven Research-Based Principles for Smart Teaching*. (John Wiley & Sons, 2010).
11. Bransford, J. D., Brown, A. L. & Cocking, R. R. *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School: Expanded Edition*. (National Academies Press, 1999).
12. Pascarella, E. T. & Terenzini, P. T. *How college affects students: A Third Decade of Research*. (Jossey-Bass, 2005).
13. Kober, N. *Reaching Students: What Research Says about Effective Instruction in Undergraduate Science and Engineering*. (National Academies Press, 2015).
14. Litzinger, T., Lattuca, L. R., Hadgraft, R. & Newstetter, W. Engineering education and the development of expertise. *J. Eng. Educ.-Wash.* **100**, 123 (2011).
15. Borrego, M., Foster, M. J. & Froyd, J. E. What Is the State of the Art of Systematic Review in Engineering Education? *J. Eng. Educ.* **104**, 212–242 (2015).