

# پیشگامان آموزش مهندسی

جان دابلویو. پرادوس<sup>۱</sup>: نوآوری و تغییر با وجود فرهنگ دانشگاهی<sup>۲</sup>

ترجمه: زین العابدین چمانی، سمیه چمانی

۲۰۱۵/۸/۳ آین دورفر<sup>۳</sup>



جان پرادوس تقریباً به مدت ۶۰ سال در دانشگاه تنسی فعالیت کرده است. وی کارش را بعنوان دانشجوی ارشد دستیار در سال ۱۹۵۶ آغاز کرد. در طی دوران شغلیش سِمتهای متنوعی شامل عضو هیأت علمی تمام وقت دانشکده مهندسی شیمی و رئیس دپارتمان شیمی، دبیر دانشکده مهندسی<sup>۴</sup> و معاون امور دانشگاهی در کل ایالت تنسی از سال ۱۹۷۳ تا ۱۹۸۸ داشته است. وی از سال ۱۹۹۴ تا ۱۹۹۷ او بعنوان معاون آموزشی ارشد در هیأت-مدیره بنیاد ملی علوم آمریکا خدمت کرده است. او همچنین بعنوان رئیس کمیسیون اعتباربخشی مهندسی، دبیر و رئیس ABET<sup>۵</sup> و ویراستار مجله آموزش مهندسی خدمت کرده است.

این شرح حال کوتاه توسط اسکات. سی، استراینر<sup>۶</sup> از دانشگاه پیتزبورگ بر اساس مصاحبه‌ای که با دکتر پرادوس در سال ۲۰۱۴ صورت گرفته، تدوین شده است.

<sup>۱</sup> John W. Prados

<sup>۲</sup> <http://depts.washington.edu/pioneers-wp/?p=۳۵۱>

<sup>۳</sup> Allendoerfer

<sup>۴</sup> Associate Dean of Engineering

<sup>۵</sup> Accreditation Board for Engineering and Technology

<sup>۶</sup> Scott C. Streiner

## دکتر جان پارادوس

معاون و استاد بازنشسته دانشگاه تنسی

کارشناسی مهندسی شیمی، دانشگاه میسی سی پی، سال ۱۹۵۱

کارشناسی ارشد مهندس شیمی از دانشگاه تنسی - ناکسویل، سال ۱۹۵۴

دکتری تخصصی مهندسی شیمی از دانشگاه تنسی - ناکسویل، سال ۱۹۵۷

### دگرگونی آموزش مهندسی و ABET

من تقریباً بمدت ۶۰ سال، از زمان انتصابم در سال ۱۹۵۶ در دانشکده مهندسی شیمی دانشگاه تنسی، درگیر آموزش مهندسی بوده‌ام. بعنوان یک عضو جدید از دانشکده، هم و غم خود را در "خوب تدریس کردن" قرار داده بودم و سعی می‌کردم راههایی برای بهبود آن پیدا کنم. اکثر ما مهارتهای تدریسمان را با مشاهده و تقلید از معلمان خوبی که هنگام دانشجویی داشته‌ایم بنا می‌کنیم. در این راستا، در انجمن آموزش مهندسی آمریکا (ASEE)<sup>۱</sup> شروع به فعالیت کردم. ما یک شاخه محلی ASEE در دانشگاه داشتیم که در حدود سال ۱۹۶۰، من رئیس آن بودم.

در آن زمان، در اکثر دانشکده‌های مهندسی، تأکید بسیار زیادی بر آموزش وجود داشت. تحقیق و پژوهش مهم بود اما بر خلاف امروز، تأثیری تعیین‌کننده در وضعیت شغلی اعضاء هیات علمی نداشت. در دهه ۱۹۶۰، این وضع تغییر کرد. حمایت ASEE از سوی دفتر رئیس دانشکده کاهش یافت؛ شعبه محلی ASEE بسته شد و در عوض، تأکید بر پژوهش افزایش یافت.

پژوهش مهم بود اما بر خلاف امروز، تأثیری تعیین‌کننده در وضعیت شغلی اعضاء هیات علمی نداشت.

در سال ۱۹۷۱، من به سطح مدیریتی در دانشگاه رسیدم و در بخش اعتباربخشی مهندسی فعال شدم. در ابتدا، در سال ۱۹۷۱، بعنوان ارزیاب برنامه مهندسی شیمی خدمتم را شروع کردم و در سال ۱۹۷۸، در آموزش مهندسی و کمیته اعتباربخشی شورای مهندسين برای توسعه حرفه‌ای (ECPD)<sup>۲</sup>، که در سال ۱۹۸۰ به کمیسیون اعتباربخشی مهندسی ABET تغییر کرد، منصوب شدم. در سال‌های ۱۹۸۴-۱۹۸۵ بعنوان رئیس کمیسیون اعتباربخشی

<sup>۱</sup> American society of engineering education

<sup>۲</sup> Engineer council for professional development(ECPD)

مهندسی مشغول بودم که از سال ۱۹۸۶-۱۹۸۹ بطور همزمان، ریاست کمیته‌های آموزش و اعتباربخشی مؤسسه آمریکائی آموزش مهندسیین شیمی<sup>۱</sup> هم به آن اضافه شد. در آن زمان چیزهایی در اعتباربخشی مهندسی در حال رخ دادن بود که مرا آشفته می‌کرد. معیار اعتباربخشی خیلی کمی و صریح شده بود. خود من تا حدی مسئول آن بودم زیرا ما سعی می‌کردیم معیارها را به اندازه کافی صریح کنیم تا داورانی که بعضاً تمایل داشتند توصیه‌های اعتباربخشی آنها بر مبنای تمایلات شخصی‌شان نوشته شود، بهانه‌ای نداشته باشند. ما می‌خواستیم خاطر جمع شویم که تأیید نکردن و پاسخ منفی دادن، بدلیل برآورده نکردن موردی خاص در معیار و استاندارد باشد نه فقط بخاطر سلیقه داوران. در این روند، معیارها از ۳ صفحه به ۲۰ صفحه با فونت کوچکتر تبدیل شد. اما این روند من را نگران کرد زیرا می‌دیدم که برنامه‌هایی بسیار خوب و خلاقانه، مورد انتقاد شدید قرار می‌گرفتند و مجبور بودند برنامه‌هایشان را بمنظور تأیید استاندارد سختگیرانه ABET و اخذ اعتباربخشی تغییر دهند. در نتیجه در اواخر دهه ۱۹۸۰ میلادی تعداد کثیری از روسای دانشکده‌های مهندسی بخاطر این «سخت‌گیری» ABET و ناتوانیشان در نوآوری، نگران شدند. در واقع جنبشی پا می‌گرفت که ممکن بود باعث شود دانشگاه‌های خاص رسماً از ABET کناره‌گیری کنند. ما دریافتیم که مشکل از طرف دانشگاه‌ها نبود بلکه مشکل در خود ABET بود.

من هم و غم خود را این قرار دادم که استاندارد ABET را طوری تغییر دهم که بجای اینکه بر تعداد ساعت‌های درسی استاد در هر موضوع تمرکز کند، بر این تمرکز کند که دانشجویان چه چیزهایی یاد گرفته‌اند و چه کارهایی می‌توانند بکنند.

در سال‌های ۹۲-۱۹۹۱ من بعنوان رئیس ABET خدمت می‌کردم و هم و غم خود را این قرار دادم که استاندارد ABET را طوری تغییر دهم که بجای اینکه بر تعداد ساعت‌های درسی استاد در هر موضوع تمرکز کند، بر این تمرکز کند که دانشجویان چه چیزهایی یاد گرفته‌اند و چه کارهایی می‌توانند بکنند. در سخنرانی خداحافظی که بعنوان رئیس ABET داشتم، گفتم که امیدوارم برخی از گناهان گذشته‌ام را جبران کنم و کفاره‌اش اینست که استاندارد و معیار جدیدی بنویسم که مشابه دهه ۱۹۷۰،

<sup>۱</sup> American institute of chemical engineers(AICHE)

بیش از ۳ صفحه نباشد. خوشبختانه ما توانستیم تعدادی کافی از اعضای هیأت‌مدیره ABET را متقاعد کنیم که این تغییرات را تأیید کنند. در واسط دهه ۱۹۹۰، ما معیارهای اعتباربخشی نتیجه‌گرا را ایجاد کردیم که به معیار مهندسی ۲۰۰۰ (EC۲۰۰۰) معروف شد.

### قدرت استادان

تعدادی از افراد در کار من در آموزش مهندسی، تأثیر بسزایی داشته‌اند که مربوط به دوره تحصیل من در کارشناسی می‌شوند. من به یک دانشکده مهندسی خیلی کوچک در دانشگاه مسی‌سی‌پی در آکسفورد می‌رفتم. کسی که در آن دوران، واقعاً بر من تأثیر گذاشت دکتر فرانک آندرسون<sup>۱</sup> رئیس دپارتمان مهندسی شیمی آن زمان بود. یک مأمور استخدام صنعتی جمله‌ای درباره او داشت که می‌گفت «او مهندسین شیمی را با دست‌ان خالی اش می‌سازد.» او منابعی بسیار محدود و برنامه‌ای بسیار کوچک داشت. (فکر می‌کنم در زمان فارغ‌التحصیلی، ما پنج دانشجو در یک دوره بودیم.) اما او واقعاً اخلاق کاری، حس قوی مسئولیت‌پذیری شغلی و حرفه‌ای و تعهد قوی در بهتر کردن اوضاع در جایی که هستیم را به ما القاء کرد. نفوذ و تأثیر او بر من بسیار فراتر از محتوای فنی دوره‌ها و درسهای مهندسی شیمی‌اش بود.

دکتر فرانک آندرسون واقعاً اخلاق کاری، حس قوی مسئولیت‌پذیری شغلی و حرفه‌ای و تعهد قوی در بهتر کردن اوضاع و کارها در جایی که هستیم را به ما القاء - کرد.

تأثیر و نفوذ عمده دیگر من از دکتر فرد پیبلز<sup>۲</sup>، استاد راهنمای من در دانشکده تحصیلات تکمیلی در دانشگاه تنسی بود. او یک الگوی حرفه‌ای عالی بود؛ شخصی که در شما این اشتیاق را القاء می‌کرد که بهترین کاری که می‌توانید انجام دهید، بهترین کسی که می‌توانید باشید و سعی کنید به افراد دیگر کمک کنید.

با آمدن به ECPD/ABET من با استادان بزرگی آشنا شدم که من را با فرهنگ اعتباربخشی آشنا کردند (که از آن میان دکتر جرج برنت<sup>۳</sup> از دانشگاه دولتی آیووا و دکتر بیل کورکوران<sup>۴</sup> از

<sup>۱</sup> Dr. Frank Anderson

<sup>۲</sup> Dr. Fred Peebles

<sup>۳</sup> Dr. George Burnet

<sup>۴</sup> Dr. Bill Corcoran

کلتک به ذهنم می‌آید.) این استادان اصرار داشتند که هدف اصلی اعتباربخشی باید کمک به مؤسسات آموزشی باشد که کیفیت برنامه‌های مهندسی‌شان را بهبود بخشند. در نهایت، دکتر اد. ارنست<sup>۱</sup> - استادی که سالهای متمادی در دپارتمان مهندسی برق در دانشگاه ایلینویز مشغول بود و بعداً به بنیاد ملی علوم آمریکا پیوست- وقتی که من در مدیریت ABET مشغول شدم، تأثیر فوق‌العاده و بسزایی بر من گذاشت. اد یکی از آن دسته افرادی بود که در حرکت جهادی من برای تغییر ABET به من ملحق شد. من گمان می‌کنم، ما بنحوی بر هم تأثیر می‌گذاشتیم. او در فرآیند تغییر معیارهای اعتباربخشی بنحوی که بجای تنبیه دانشکده‌ها، آنها را به نوآوری و ابداع ترغیب کند، نقش عمده‌ای داشت.

### به چالش کشیدن جوّ و فرهنگ دانشگاهی

بزرگترین چالش در ایجاد تغییر در دانشگاه، خود جوّ و فرهنگ دانشگاهی است. تاکنون، بیشترین تعداد فارغ-التحصیلان مهندسی از دانشگاه‌های بزرگ بیرون آمده‌اند. این نهادهای آموزشی، یک جوّ و فرهنگ دانشگاهی دارند

بزرگترین چالش در ایجاد تغییر در دانشگاه، خود جوّ و فرهنگ دانشگاهی است.

که پژوهش را بعنوان مهمترین مأموریتشان می‌بینند و از اعضاء دانشکده می‌خواهند که تأکید اصلی و اولویت خود را قبل از تدریس، بر پژوهش و تحقیق قرار دهند تا به مرحله استخدام رسمی برسند و در شغلشان ارتقاء یابند. این جوّ و فرهنگ در ۶۰ سال گذشته تغییر اساسی و مشهودی کرده است، زیرا وقتی من دانشجوی دوره کارشناسی بودم و حتی در سالهای تحصیلات تکمیلی، اکثریت قریب به اتفاق دانشکده مهندسی تجربه عملی و صنعتی داشتند. این روند در دهه ۱۹۵۰ میلادی شروع به تغییر کرد؛ وقتی که دولت فدرال تصمیم گرفت که بخش عمده‌ای از تحقیقاتش را در دانشگاهها و از طریق اعطاء حمایت مالی و قرارداد انجام دهد. این بدین معنی بود که به منظور رقابت برای به دست آوردن آن حمایت‌ها و قراردادها، داشتن اعضاء دانشکده که برای پژوهش تربیت شده باشند، امری مهم و حیاتی بود. این تصمیم، الگوی استخدام و به کارگیری اعضاء دانشکده که تجربه صنعتی داشتند را به بکارگیری آن دسته که برای تحقیقات دانشگاهی تربیت شده بودند، تغییر داد بطوریکه امروزه اگر یک

<sup>۱</sup> Dr.Ed Ernst

عضو دانشکده در یک دانشگاه تحقیقاتی بخواهد در آموزش مهندسی نوآوری داشته باشد، بایستی خودش این وظیفه را بدون تشویق و ترغیب و حمایت زیاد از سوی مدیران و همکارانش، بعهده بگیرد.

چالش دیگر، یک واقعیت ساده است: مردم دوست ندارند تغییر کنند!

اکنون، چالش دیگر در پیگیری تغییرات آموزشی - که شامل تغییر در ABET می‌شود - یک واقعیت ساده است: مردم دوست ندارند تغییر کنند! هنگام سخنرانی من در هیأت‌مدیره ABET در سال ۱۹۹۱، وقتی گفتم ABET حتماً باید تغییر کند، بسیاری به من خیره شدند. پس از

اینکه معیارهای جدید توسعه و تکامل یافت، حتی برخی از دوستان خویم به من می‌گفتند که تغییرات ABET چقدر وحشتناک است زیرا «ما دیگر حاضر نیستیم استانداردها را تغییر دهیم». این آن قالب ذهنی است که شما باید بر آن فائق آیید.

چالش نهائی در ایجاد تغییر اینست که همیشه تمایل برای حفظ فرمولهای قدیمی و سختگیری وجود دارد. این حتی در معیارهای اعتباربخشی نتیجه‌گرا نیز صادق است. بعضی وقتها شما تلاش بسیار زیادی می‌کنید تا مطمئن شوید که فرآیند اعتباربخشی نتیجه‌گرا با قالبی که ABET می‌گوید، تطبیق خوبی داشته باشد.

قسمت امیدبخش ماجرا اینست که تعداد زیادی دانشکده مهندسی کوچک وجود دارند که بر نوآوری تمرکز دارند. از آن میان به جاهایی مانند کالج هاروی ماد<sup>۱</sup>، موسسه فن‌آوری رز-هالمن، پلی تکنیک و سِستر<sup>۲</sup> و علی‌الخصوص کالج مهندسی آلین<sup>۳</sup> که من در آنجا تجربه قابل ملاحظه‌ای داشته‌ام و با این هدف تأسیس شده بود که با رویکردی نوآورانه، در یک برنامه‌ی مهندسی تغییراتی ایجاد کند.

اغلب شیوه‌های استخدام در صنایع، در ترغیب و تشویق برای نوآوری در آموزش، ناموفق هستند.

در سالهای اخیر من تغییرات چندانی در فرهنگ و جوّ دانشکده‌های مهندسی ندیده‌ام و مطمئن نیستم که به چه سمتی حرکت خواهند کرد. صنعت در اینجا نقش مهمی دارد. رهبران و پیشروان صنعتی درباره نیاز به

<sup>۱</sup> Harvey Mudd  
<sup>۲</sup> Worcester  
<sup>۳</sup> Olin

نوآوری و ابداع صحبت می‌کنند؛ درباره نیاز به تمرکز بر فهم دانشجویان از تصمیمات مهندسی در خارج از چارچوب فنی در آموزش یک مهندس. اما وقتی به کسی می‌رسیم که برای مصاحبه شغلی با فارغ‌التحصیلان آمده است، اکثر مصاحبه‌کنندگان به دنبال شخصی می‌گردند که بتوانند مسائلمان را تا هفته بعد حل کند! صنعت به اندازه کافی بر استخدام فارغ‌التحصیلانی که محتوای غیرفنی تصمیمات مهندسی را درک کنند و برای نوآوری و ابداع آموزش دیده باشند، تمرکز نمی‌کند. بنابراین، اغلب شیوه‌های استخدام در صنایع، در ترغیب و تشویق برای نوآوری در آموزش، ناموفق هستند.

### ایجاد تغییر: نیاز به جرم بحرانی

تداوم تأثیر نیاز به تعداد کافی از افراد (جرم بحرانی<sup>۱</sup>) دارد که از تغییرات آموزشی حمایت کنند. بنیاد ملی علوم مدت مدیدی بودجه نوآوری در آموزش مهندسی را تأمین کرده است و بسیاری از ایده‌هایی که از آنها حمایت شده، خوب از آب درآمد است. اما وقتی کسی که آنها را توسعه داده، بازنشسته یا منتقل شده، آن ایده رخت بر بسته است. اگر شما قصد دارید بطریقی شاخص و پایدار نوآوری کنید، باید قادر باشید تعداد کافی از افراد را شناسایی کرده و گرد هم آورید که از یکدیگر حمایت و به تداوم آن فرآیند کمک کنند.

برای نوآوری شاخص و پایدار باید قادر باشید، تعداد کافی از افراد را شناسایی کرده و گرد هم آورید که از یکدیگر حمایت و به تداوم آن فرآیند کمک کنند.

همچنین حتماً لازم است شما از سوی افراد مافوق خودتان حمایت شوید. بایستی سطح برجسته‌ای از حمایت مدیریتی و اداری وجود داشته باشد که البته برای تداوم برنامه‌های ابداعی و نوآورانه شرطی لازم است ولی کافی نیست. برای تغییرات پایدار آموزشی،

باید تعداد کافی از افراد داشته باشید که برآستی با آن برنامه کار کنند؛ همچنین از حمایت مدیریتی اداری برخوردار باشید تا اطمینان حاصل کنید که آن برنامه بودجه مستمر را دریافت می‌کند.

<sup>۱</sup> Critical mass

برنامه‌های مختلف و ابتکاری بسیاری وجود دارند (بطور مثال جایزه محققین جوان نهاد ریاست جمهوری) که تلاش می‌کنند تغییرات نوآورانه در آموزش به وجود آورند. اما آنها بر افراد کافی تأثیر نمی‌گذارند یا به اصطلاح جرم بحرانی را در یک موسسه آموزشی خاص که خواهان تغییر بارز و پایدار است، فراهم نمی‌کنند. اگر همهٔ نهادهای بودجه گرد هم آیند و ایجاد فرهنگ آموزشی نوآورانه را بعنوان یک هدف اصلی دنبال کنند، ممکن است بتوانند به نتایج برجسته و بارزی نائل شوند. اما شما دارید از نهادهای بسیار متفاوتی صحبت می‌کنید که اکثر آنها خیلی زیاد هم با همدیگر حرف نمی‌زنند. پس شما به تنهایی دنیا را تغییر نخواهید داد؛ بلکه بازیگران برجسته دیگری نیز باید در کار باشند.

همانطور که قبلاً گفتم، من نشانه‌ای از تغییر زود هنگام فرهنگ دانشگاهی نمی‌بینم. بنابراین، تغییر آموزشی باید در بطن همین فرهنگ و علیرغم همین فرهنگ رخ دهد.

### توصیه‌هایی برای دانشجویان تحصیلات تکمیلی

برای دانشجویان تحصیلات تکمیلی مهم است که اشتیاقی برای تأثیر طولانی داشته باشند؛ بویژه در آموزش مهندسی. دانشجویان تحصیلات تکمیلی تحت فشار بسیار زیادی بوده و وقت کمی دارند. اما من علاقمندم فرصتهایی برای یادگیری نوآوری در آموزش به آنها معرفی کنم. اکثر دانشگاهها آن چنین موقعیت‌هایی را دارند اما شما باید به دنبال آنها بگردید. بسیاری از دانشگاه‌ها مراکز یاددهی/یادگیری دارند که می‌توانند به شما در فراگیری آموزش‌های مربوط به کار گروهی و ارزیابی نتایج آموزشی کمک کنند. اگر شما بتوانید بخشی از وقتتان را در راستای افزایش دانشتان درباره اینکه مولفه‌های آموزش کارآمد چیست و برای ترغیب و حمایت از نوآوری و ابداع در دانشجویان چه کار می‌توان کرد، سرمایه‌گذاری کنید؛ این سرمایه‌گذاری ارزش آن را دارد.

آنقدر متمرکز نشوید که فرصتهای دیگر که آموزش شما را توسعه می‌دهد، نبینید.

در سطح شخصی‌تر باید بگویم که مهم است خودتان را بیش از حد جدی نگیرید. سعی کنید ذهنتان را برای احتمالات جدید باز بگذارید. اینکه در بعضی از جنبه‌های خاص برنامه‌تان تمرکز



نکنید بطوریکه فراتر از آن بنگرید و احتمالات دیگر را نادیده نگیرید، البته سخت است. آنقدر متمرکز نشوید که فرصتهای دیگر که آموزش شما را توسعه می‌دهد، نبینید.

من فکر می‌کنم در آینده، علاقه بیشتری برای توسعه مهارتهای نوآورانه در بین دانشجویان بوجود بیاید. تأکید سنتی (که از دهه ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ میلادی شروع شد) در آنالیز ریاضی که سعی می‌کرد موضوعات را به اجزاء ریزتر و ریزتر بشکند تا اینکه سرانجام شما همه چیز را درباره هیچ چیز بفهمید، تغییر خواهد کرد. من فکر می‌کنم مردم این را درک خواهند کرد که اگر آمریکا بخواهد در محیطی جهانی، در فن‌آوری رقابت کند، ما حتماً باید بر ابداع و نوآوری تأکید کنیم و آن را به جلو برانیم و سعی کنیم فارغ‌التحصیلانی را تربیت کنیم که فکر بازتری داشته باشند و درک کنند که موفقیت حرفه‌ای و شغلی چیزی بیش از پاسخ درست دادن به سؤال‌های کمی پایان فصل است. انجام این کار آسان نیست؛ بویژه در دانشگاه‌های تحقیقاتی بزرگ. نوآوری و ابداع توسط افرادی که در بطن آموزش مهندسی هستند و می‌خواهند برنامه‌هایشان را توسعه دهند، افرادی که خارج از آموزش مهندسی هستند و افرادی که در جامعه مهندسی هستند و به دنبال فارغ‌التحصیلانی می‌گردند که بتوانند به نوآوری و ابداع کمک کنند، به ارمغان آورده خواهد شد.