مجله آموزش مهندسی ایران، شماره ۴، جلد ۳، ص. ۳۹-۲۷

آموزش طراحی سازه‌ها در قرن بیست و یکم

علی کاوه

دانشگاه علم و صنعت ایران

شاهین مخترع

مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

چکیده : آموزش طراحی سازه‌ها بر اساس دو دیدگاه "طراحی مفهومی" و "طراحی جزئیات" مورد بحث و بررسی قرار گرفته است. هدف این مقاله به تصویر کشیدن نظرهای استادان در باره آموزش مهندسی سازه است که در دو بعد مفهومی و جزئیات مورد توجه قرار گرفته است.

واژه‌های کلیدی : آموزش، طراحی مفهومی، طراحی جزئیات، سازه‌ها، مهندسی نوین.

۱. مقدمه

آینده آموزش طراحی سازه تحت تأثیر عملکرد مدرسان، مدیران و ترکیبی از عوامل سیاسی، اجتماعی و اقتصادی در حال شکل‌گیری است. انقلاب پیشرو در فناوری اطلاعات نیز تأثیر به‌سزایی در دگرگونی روش‌ها دارد، چنان که هم‌اکنون هم پیامدهای آن را در نظام آموزشی می‌توان مشاهده کرد. در این زمینه، خواست دانشگاهیان و دولت در تحول آموزش مهندسی که پیشاپیش با تغییر در بسیاری از دانشکده‌های مهندسی و افزایش شمار برنامه‌های پژوهشی در ارتباط با آموزش آغاز شده است نیز شایان توجه است.

مدرسان در آینده دانشجویان نقش مهمی دارند که اظهارنظر برخی از آنان در این مقاله ارائه شده است. در این میان سهم مدیران، بسیار پیچیده‌تر است، چراکه در مؤسسه‌های خصوصی هدف و عملکرد همان است که مدیران به دلخواه بر می‌گزینند و در دانشگاه‌های دولتی نیز مدیران تحت فشار دولتمردان و سیاستگذاران هستند که به کاهش هزینه‌ها و بهبود کیفیت آموزش به‌خصوص برای پیشرفت دانشجویان تمایل نشان می‌دهند، بنابراین در این مراکز دولتی بعضی از مدیران سعی در ایجاد تحول ناگهانی در نتایج آموزش دارند تا با این روش انتظارهای سیاستگذاران را برآورند و در این مسیر به حمایت از برنامه‌های بلندمدت تمایلی نشان نمی‌دهند. اما هر دو گروه مدرسان و مدیران در هر مکانی مجبور به همراهی با تغییراتی هستند که پیوسته به‌دنبال انقلاب در فناوری اطلاعات پدید می‌آید.

۲. آموزش طراحی به‌صورت مفهومی و خلاق‌گونه

چند مورد زیر از جمله شاخص‌های تأثیرگذار بر روند دگرگونی آموزش طراحی هستند:

- به بسیاری از دانشگاه‌های دولتی تحمیل می‌شود که ساعت درسی دوره‌ها را کاهش دهند؛
- ایجاد واحدهای نو که فناوری اطلاعات را وارد شاخه مهندسی می‌کنند مانند ساختارهای اطلاعاتی جغرافیایی و مراکز اطلاع‌رسانی و نیز ایجاد واحدهای پایه‌ای برای نیازهای آینده مهندسی مانند علم مکانیک با رایانه، اجزای محدود پیشرفته، علم تصمیم‌گیری، بهینه‌سازی از طریق ریاضی و غیره؛
- انقلاب در زمینه فناوری اطلاعات به تدریج موجب پدید آمدن تجهیزات فنی روزآمدی در جهت دگرگونی روش‌های آموزش مهندسی شده است که در پی آن به پیدایش روش‌های نو

آموزشی و فراگیری منجر می‌شود.

چند مورد اول علت‌های حذف برخی از واحدها در دانشگاه‌ها هستند. اگرچه این واحدهای حذف شده ممکن است قسمت مهمی از آموزش مهندسی را شامل شوند، ولی باید به این نکته توجه داشت که وظیفه واحدهای درسی تنها آموزش تحلیل سازه و اصول طراحی یا روش‌های مختلف تحلیل و طراحی نیست، بلکه همچنین باید زمینه ایجاد طرز فکر منتقدانه و پرورش قابلیت نتیجه‌گیری در دانشجویان را فراهم سازند؛ مهم‌تر این که به دانشجویان بیاموزند که چگونه از اندوخته‌هایشان در حل مشکل‌های واقعی زندگی خود استفاده کنند. به‌علاوه، امروزه و به‌خصوص در آینده خلاقیت بیشتری از مهندسان انتظار می‌رود، بدین صورت که آنان قادر باشند با به کارگیری مفاهیم ناشناخته اما عملی مهندسی طراحی‌های نوآورگونه خویش را توسعه بخشند، چرا که پیچیدگی و وسعت مسایل سازه‌ها مدام در حال رشد است و اغلب آنها را نمی‌توان به سادگی با استفاده از دانش موجود حل کرد و نگاه‌ها به سوی روش‌های نو می‌چرخد، همچنین رقابت بین شرکت‌های بزرگ در تسخیر سهم بیشتری از بازار باعث ارزش یافتن طرح‌های طرفه و برتر شده است. پس طبیعی است که طراحان با چنین قابلیت‌هایی از خواستاران بسیاری برخوردارند. با توجه به دلایل یاد شده کیفیت، ساختار و اثربخشی واحدهای باقی‌مانده در دوره آموزشی مهندسان، نقش بسیار حساسی در موفقیت دانشجویان در ارتباط با زندگی حرفه‌ای‌شان دارند.

امروزه، در متن این چنین ساختار مملو از محدودیت‌های اجباری، تا جایی که موضوع به محصول و نتیجه کار آموزش مهندسی مربوط می‌شود، وضعیت کنونی آن به گونه‌ای نگران‌کننده است، چرا که نمی‌توان هیچ تحول چشمگیری را از نظام کنونی بدون تغییر اساسی در جهت برچیدن مانع‌ها انتظار داشت. خوشبختانه، در چند سال گذشته پیشرفت در زمینه تربیت مدرس باعث پدیدآمدن روش‌های نوین آموزش و فراگیری شده است که در ارتباط با فناوری اطلاعات هستند و از ابزارهای آن بهره می‌گیرند. بنابراین، روش کنونی آموزش مهندسی سازه می‌تواند از شمایل سنتی خود به‌صورت فراگیری خودمحور با استفاده از رایانه آن چنان که گفته شد، متحول گردد.

دو بخش طراحی مفهومی و طراحی جزئیات در آموزش و فراگیری طراحی سازه‌ها را به‌سختی می‌توان به دو صورت مجزا تقسیم کرد. طراحی مفهومی در اینجا به معنی قسمتی از روند طراحی است که محصول آن عبارت از یک یا چند شرح مختصر و مفید از آینده ساختار سازه از لحاظ

شاخص‌های معمول و به‌صورت شرح مقدارها از لحاظ شاخص‌های عددی است.

در حال حاضر، فقط تعداد اندکی از مهندسان بر طراحی مفهومی تسلط دارند، چرا که اهم تلاش‌های آموزشی بر روی روش‌های طراحی جزئیات و همچنین دانش توصیفی در باره ساختارهای سازه‌ای مورد استفاده در طراحی جزئیات متمرکز شده است. این یک وضعیت بهینه نیست، چرا که طرفه بودن طراح در طی روند طراحی مفهومی آن ایجاد می‌شود و در این مرحله است که حدود ۸۰٪ هزینه اجرایی به‌صورت غیرقابل تغییر به قسمت‌های مختلف طرح اختصاص می‌یابد.

هدف این مقاله به تصویر کشیدن نظرها در باره آموزش مهندسی سازه است که در دو بعد مفهومی و جزئیات مورد توجه قرار می‌گیرند.

۳. طراحی مفهومی و مهندسی نوین

همه ما در دنیایی زندگی می‌کنیم که به سرعت در حال تغییر است و انتظار می‌رود که دگرگونی‌هایی بیش از پیش پدید آیند. بنابراین، برای ادامه زندگی و پیشرو بودن در این تحول پایدار نوع تازه‌ای از طراحان سازه باید پدید آیند، به گونه‌ای که توانایی تقابل با این تغییرات را داشته باشند. این چنین مهندسانی باید دارای خصوصیات زیر باشند:

- بتوانند طراحی مهندسی را با تمام پیچیدگی و همچنین ساختار فنی و متن اجتماعی پیوسته متغیرش درک کنند؛
- به دانش مهندسی از هر دو بعد خواست‌های اجتماعی و نیازهای مهندسی‌اش آگاه باشند؛
- توانایی به کارگیری روش‌ها و ابزارهای متنوع تحلیل و طراحی را داشته باشند؛
- برای مسایل پیچیده طراحی راه‌حل‌های نو خلق کنند؛
- مدام در حال فراگیری و استفاده از دانش نوین، شامل روش‌های خلاق‌گونه طراحی باشند؛
- پیوسته از دانش فناوری اطلاعات در هر کاری برای فراگیری و طراحی استفاده کنند.

تمام شش قابلیت یاد شده باید در پی تلاشی مرکز از ابعاد گوناگون، توسعه یابند و بارور شوند. از نتیجه‌بخش‌ترین این تلاش‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

به‌وجودآوردن جو فعال فراگیری، همسو کردن تمام دوره‌های مربوط به طراحی سازه، حمایت مالی از دوره‌های کارآموزی، به کارگیری فناوری اطلاعات و بالاخره بهبود در اثربخشی آموزش و

فراگیری.

در متن دنیای واقعی ساختارهای سازه‌ای، جو فعال فراگیری، به‌صورت محفل داغی از اطلاعات اینترنتی تعریف شده است. روند پیشرو در همسو شدن زمینه‌ها، روش‌ها و ابزارهای مختلف مهندسی اثر مستقیم تحول در فناوری اطلاعات است که با هماهنگی آموزش در عرصه‌های تحلیل، طراحی و بهینه‌سازی سازه‌ها در جو فعال فراگیری می‌تواند به درجه بالاتری از همسویی بین دوره‌های مختلف مهندسی سازه بیانجامد. همچنین، همسویی در آموزش و فراگیری طراحی مفهومی و طراحی جزئیات نیز باید با تمرکز بر روی طراحی خلاق‌گون در مهندسی مورد توجه قرار گیرد. حمایت مالی از کارآموزان موجب تربیت مدرسان قابل آینده برای جو فعال فراگیری می‌شود. فناوری اطلاعات شامل محاسبه‌های اینترنتی، زبان‌های جدید برنامه‌نویسی در شبکه، آموزش از راه دور و غیره می‌توانند به نوعی در تشکیل پایه فنی جو فعال فراگیری سهیم باشند. پیش‌بینی می‌شود که در آینده منابع رو به اتمام بشر به روشی بهینه در ارتباط مستقیم با دانشجویان به کار گرفته شود، در حالی که روند مراقبت و ارزشیابی از آنان نیز به گونه‌ای خودکار انجام شود.

همان‌طوری که مطرح شد، نظر مدرسان در آینده دانشجویان نقشی مهم دارد. با توجه به این باور سؤال‌هایی طراحی شده است که در ادامه پاسخ چند نفر از مدرسان بنام کشور را در این باره جویا شده‌ایم.

سؤال‌ها و جواب‌های ارائه شده بدون هیچ‌گونه دخل و تصرفی به شرح زیر می‌باشند:

۱. تعریف شما در باره مهندس قرن بیست و یکم چیست و در این زمینه قابلیت‌های اساسی که، به‌خصوص به گونه‌ای متفاوت با گذشته، از او انتظار می‌رود، کدام‌اند؟

در صورتی که بخش‌هایی از روند طراحی را که شامل تصمیم‌گیری در مورد فلزی یا بتنی بودن یک پل، خاکی یا بتنی بودن یک سد، روش عبور از یک مسیر آبی توسط تونل زیرزمینی یا پل هوایی، نوع ساختار مقاوم در برابر نیروهای زلزله و غیره را طراحی مفهومی بنامیم و به‌دست آوردن ریز مقدارهای عددی حاصل از تحلیل و طراحی را جزئیات بنامیم.

۲. آیا این دو بخش از طراحی در آموزش و فراگیری از هم تفکیک‌پذیرند و می‌توان در هر شاخه مهندسان متفاوتی تربیت کرد؟ چرا؟

۳. شما در روش تدریس خود چه تدابیری را برای تقویت دو بخش اخیر به کار می‌گیرید؟

۴. در صورتی که به تازگی دگرگونی خاصی را در برخی از مبانی تدریس در زمینه دو بخش طراحی گفته شده با توجه به تحول نظام آموزش بر اثر توسعه فناوری و تقاضای بازار ایجاد کرده‌اید، به‌طور خلاصه نحوه و علت آن را شرح دهید؟

۱.۳. جواب‌های ارائه شده توسط آقای دکتر مرتضی زاهدی

۱. در ارتباط با تعریف‌های مهندسی در قرن بیست و یکم فکر نمی‌کنم که اختلافی با آنچه در گذشته داشته‌ایم، وجود داشته باشد. در این قرن، اطلاعات علمی بیشتر و امکانات تکنولوژیکی پیشرفته در اختیار مهندسان است و در مقابل چالش‌های فنی سنگین‌تر، گزینه‌های مطالعاتی متنوع‌تر و رقابت‌های اقتصادی شدیدتر در پیش روی آنها وجود خواهد داشت. این شرایط کار مهندسان را دشوارتر خواهد کرد و نیاز به اندیشه‌های نو، ابتکارات تازه و بدیع را بیشتر خواهد کرد. به عنوان مثال، برای مقدمه‌ای بر چالش‌های آینده می‌توان از تونل زیردریایی مانش نام برد که کشور انگلستان را به فرانسه متصل کرد یا از عملیات اکتشاف نفت و گاز در دریاها و اقیانوس‌ها نام برد که در دهه‌های آخر قرن بیستم به انجام رسانده شدند. در سطح ملی، احداث تونل ۲۳ کیلومتری کوهرنگ که آن را از سرچشمه‌های کارونی به زاینده‌رود اصفهان منتقل می‌کند، یکی از پروژه‌های دشوار روز است که هم‌اکنون با آن دست به گریبان هستیم. این تونل به‌علت عبور از مسیری با گسل‌های فراوان و آب زیرزمینی با فشار زیاد چالش قابل ملاحظه‌ای را طلب کرده است. در قرن بیست و یکم با پروژه‌های سنگین فراملی روبه‌رو خواهیم بود که حرفه مهندسی را بسی جالب‌تر و دشوارتر خواهد کرد.

در بحث آموزش مهندسی، به اعتقاد من در قرن بیست و یکم توجه به مفاهیم مهندسی در مقایسه با مفاهیم ریاضی بیشتر خواهد شد. با امکانات نرم‌افزاری موجود، درگیری مهندسان با ریاضیات کمتر می‌شود و فرصت بیشتری برای پرداختن به مفاهیم فیزیکی مسایل در اختیار آنها قرار خواهد گرفت. به‌طور خلاصه، در بحث آموزش مهندسی، ریاضیات کم‌رنگ‌تر و فیزیک پررنگ‌تر خواهد شد. در گذشته، سهم قابل ملاحظه‌ای از آموزش به ریاضیات اختصاص داشت. گاهی اوقات دانشجویان آن‌چنان درگیر بحث ریاضی مسایل می‌شدند که بحث فیزیکی مسایل اساساً فراموش می‌شد. مثلاً، در موضوع حل صفحات و گنبدها در مهندسی سازه آن اندازه که وقت صرف روش‌های مختلف حل معادلات دیفرانسیل حاکم بر رفتار این اعضا می‌شد، وقت صرف

رفتار فیزیکی آنها نمی‌شد و سرانجام دانشجویان و مهندسان آشنایی زیادی با رفتار این اعضا پیدا نمی‌کردند. هنوز رفتار این اعضا در ذهن اکثر مهندسان یک معضل و معماست.

امروزه، با امکانات نرم‌افزاری موجود اساساً حل ریاضی مسئله مورد توجه نیست و می‌توان به مسئله اصلی مهندسی، یعنی همان رفتار فیزیکی این اعضا پرداخت.

من نیاز به تغییر در محتوای آموزشی مهندسی را حس می‌کنم و الزامی می‌دانم، ولی هنوز نتوانسته‌ام بر روی میزان این جابجایی در حوزه نفوذ ریاضیات و فیزیک ذهن خود را روشن کنم و تصمیم‌گیری نمایم.

۲. در طرح‌های مهندسی دو بخشی را که نام برده‌اید، طراحی مفهومی و طراحی جزئیات، وجود دارند و توسط دو گروه متفاوت از مهندسان انجام می‌شوند. در طرح‌های مهندسی عمران که من با آنها بیشتر آشنا هستم، این دو بخش طراحی تحت عناوین مطالعات مرحله اول یا "فاز یک" و مطالعات مرحله دوم یا "فاز دو" مطرح می‌شوند. در این طرح‌ها معمولاً مطالعات مرحله اول به‌عهده مهندسان با تجربه‌تر و مطالعات مرحله دوم به‌عهده مهندسان جوان‌تر گذاشته می‌شود. طراحی مفهومی نیاز به تجربه بیشتر دارد. در جریان این بخش از طراحی، معمولاً رابطه طرح مورد نظر با سایر گرایش‌های مهندسی مطرح می‌شود که تنها مهندسان باتجربه امکان برخورد با آنها را داشته‌اند و می‌توانند مسایل این گرایش‌ها را در جمع‌بندی نظرهای خود ملحوظ کنند. مثلاً، در تصمیم‌گیری بر روی شکل و اندازه دهانه‌های یک پل علاوه بر مسایل سازه‌ای، مسایل راه‌سازی، هیدرولیکی، زمین‌شناسی، مکانیک خاک و مهندسی ساخت دخالت می‌کند که در نظرگرفتن همه آنها از عهده یک مهندس کم‌تجربه برنمی‌آید. گاهی اوقات در طراحی مفهومی تنوع گرایش‌ها به‌حدی است که حتی مهندسان با تجربه هم به تنهایی از عهدهٔ کار برنمی‌آیند و نیاز به مشارکت گروهی مهندسان باتجربه می‌باشد.

در بحث آموزش مهندسی من فکر نمی‌کنم بتوان این دو جریان را از یکدیگر جدا کرد و مثلاً مهندسانی تربیت کرد که در یکی از این دو بخش تخصص پیدا کنند. به‌نظر من لازمه رسیدن به طراحی مفهومی، گذرکردن از طراحی جزئیات است. مهندسانی که با جزئیات کار تخصصی خود آشنا نیستند، در تصمیم‌گیری بر روی کلیات کار دچار مشکل می‌شوند. عدم آشنایی با جزئیات کار همواره به صورت جعبه سیاهی در ذهن خلا ایجاد می‌کند و مطمئناً بر روی عملکرد ذهن اثر می‌گذارد. البته، این امد بدان معنی نیست که مهندسان با تجربه‌تر بخش جزئیات را بهتر و سریع‌تر

پیش می‌برند. نه، اتفاقاً موضوع بر عکس است، ولی این مهندسان زمانی در گذشته با این طرح آشنایی بیشتری داشته‌اند و چه بسا بهتر و سریع‌تر از سایرین کار را هم پیش می‌برده‌اند. منظور آن است که این گروه از مهندسان این بخش را دیده‌اند و از آن عبور کرده‌اند.

۳. من اساساً فکر نمی‌کنم در آموزش مهندسی در سطح کارشناسی بتوان زیاد وارد بحث مفهومی و جزئیات به شرحی که در بالا عنوان شد، گردید. دانشجوی جوانی که تازه با مفاهیم مهندسی روبه‌رو می‌شود، اگر بتواند آنها را درک کند، هنر زیادی از خود نشان داده است. لازم نیست او را با پیچیدگی زیادی روبه‌رو کرد. در سطح کارشناسی باید سعی کرد مفاهیم اولیه را به دانشجو منتقل کرد و ضمن ارائه مثال‌های ساده‌ای او را با کاربرد این مفاهیم آشنا کرد. مثال‌های ساده‌ای که عنوان می‌شود، همان بخش از طراحی است که از آن به‌عنوان طراحی جزئیات نام برده می‌شود.

به اعتقاد من در بحث آموزش هیچ چیز از این خطرناک‌تر نیست که دانشجو گیج و گم شود. گیج‌شدن همان و رها کردن همان. این است که از کلی‌گویی و سنگین‌گویی باید پرهیز کرد. باید دید زمینه فکری دانشجو چیست و با چه اصولی آشناست، آنگاه بر روی آن زمینه و اصول فکری پایه گذاری کرد و مطالب نو را بر روی آن ساخت. اطلاعات باید به‌صورت یک رشته زنجیره‌ای و به‌تدریج به ذهن دانشجو منتقل شود. تعریف مسئله و این که چه هدفی در بحث دنبال می‌شود، دارای نهایت اهمیت است که باید به آن توجه مخصوص معطوف شود. به این ترتیب، ترکیب طراحی مفهومی و طراحی جزئیات در آموزش مطرح می‌شود و مشکل می‌شود این دو را از یکدیگر جدا کرد.

۴. در سال‌های اخیر، با توجه به گسترش رایانه‌ها و توسعه نرم‌افزارهای مختلف مهندسی، بازار کار علاقه‌مند است که مهندسانی بتوانند به راحتی با این نرم‌افزارها کار کنند و بنابراین، انتظار دارد که مهندسان جوان فارغ‌التحصیل، در دانشگاه با این نرم‌افزارها آشنا شده باشند. غیر از این هم نمی‌توان از بازار کار انتظار داشت، چرا که توقع طرح‌ها این روزها بالاست. در گذشته، برای انجام‌دادن یک طرح سازه‌ای شش ماه وقت اختصاص داده می‌شد و انتظار می‌رفت در این مدت مثلاً دو گزینه مختلف دیده شود و مورد ارزیابی دقیق قرار داده شود. این توقع و این سرعت تنها با استفاده از امکانات رایانه‌ای انجام‌پذیر است و بنابراین، خوب است دانشجویان هر چه بیشتر به سمت استفاده از رایانه‌ها سوق داده شوند.

ولی آشنا شدن با رایانه و نرم‌افزارهای مهندسی بدان معنی نیست که مفاهیم اولیه آموزش داده

نشود و دانشجویان قادر نباشند محاسبات ساده را با دست انجام دهند. اگر در آینده مهندسان بخواهند تنها به نرم‌افزارها تکیه کنند و خود نتوانند از عهده محاسبات ساده برآیند، من فکر نمی‌کنم آنها بتوانند راه طولانی را طی کنند. در حال حاضر، سهم قابل ملاحظه‌ای از وقت کلاس صرف آموزش مفاهیم اولیه می‌شود و دانشجویان ناگزیرند با محاسبات دستی تمرین‌ها را انجام دهند. من شخصاً اصرار دارم عملیات با دست انجام شود. من فکر می‌کنم جافتادن مطالب در ذهن نیاز به زمان دارد و عملیات دستی این زمان را برای ذهن ایجاد می‌کند.

برای آشنایی دانشجویان با رایانه و نرم‌افزارهای مهندسی وقت کافی وجود دارد. دانشجویان بعد از آشناشدن با مفاهم اولیه و انجام‌دادن تعدادی محاسبات دستی می‌توانند به آن بپردازند. هم‌اکنون در برنامه آموزشی دانشگاه‌ها این موضوع دیده شده و امکانات لازم برای انجام‌دادن آن مهیا شده است. دانشجویان قبل از اتمام دروس خود در دانشگاه با تعدادی از این نرم‌افزارها آشنا می‌شوند و معمولاً در شروع به کار در بازار کار مشکلی ندارند. اما طبیعی است که آشنایی آنها محدود است و بازار کار نباید توقع زیادی داشته باشد.

من معتقدم که در سال‌های آینده با روی کار آمدن نسل‌های جدیدی که از کودکی با زندگی رایانه‌ای آشنا شده‌اند به‌تدریج سهم محاسبات دستی و پرداختن به جزئیات در کلاس‌های آموزشی کمتر خواهد شد. آن‌گاه فرصت بیشتری برای پرداختن به مفاهیم در دسترس قرار خواهد گرفت. حال باید دید مفاهیمی که باید در کلاس آموزش داده شوند، کدام‌اند و مرز آن‌ها با جزئیاتی که به‌عهده رایانه‌ها گذاشته خواهد شد، کجاست و چگونه تعریف می‌شود. با سرعتی که جهان در حال پیشروی است، من مطمئن هستم که در دو دهه اول قرن بیست و یکم این مفاهیم روشن‌تر خواهند شد.

۲.۳. جواب‌های ارائه شده توسط آقای دکتر مهدی قالیبافیان

۱. مهندسی حرفه‌ای پویاست. به‌نظر بنده فرقی بین مهندس قرن بیستم و قرن بیست و یکم نیست. مهندسان باید با استفاده از دانش روز و قانونمندی‌های علم، "بسازند" به عبارت دیگر، باید یافته‌های دانشمندان را در هر زمینه عینیت بخشند. این قاعده همیشه جاری و ساری بوده است، گرچه امروزه به دلیل پیشرفت سریع علم، مهندس باید هر روز بیشتر بخواند و بیشتر بداند تا بتواند وظایف حرفه‌ای خود را به‌نحو مطلوب انجام دهد.

۲. به نظر بنده طراحی یک فرایند تصمیم‌گیری پیوسته و غیرقابل تفکیک است که با تکوین فکر "ساختن" چیزی آغاز می‌شود و از طریق طراحی مفهومی در ذهن، پیش‌بینی گزینه‌های مختلف و انتخاب گزینه بهینه، به ارائه طرحی برای ساخت منتهی می‌شود. شناخت مواد و مصالح، روش‌های ساخت و روش‌های تحلیل برای بهینه هر طرح ضروری است و تحلیل ابزاری قوی برای تدقیق طرح است. هر مهندس باید با همه این مقولات آشنا باشد. ولی در عین حال می‌تواند در یک زمینه جلوتر از سایر زمینه‌ها قدم بردارد.

۳. در آنچه به تدریس طراحی سازه ساختمان‌ها مربوط می‌شود، من کوشش می‌کنم که فلسفه و اصول کلی کا را در کلاس مطرح کنم و نیاز به داشتن اطلاع هرچه بیشتر در زمینه‌های مختلف را به دانشجویان یادآوری کنم، ولی ضمن شرح اصول کلی طراحی در موقعیت‌های مناسب، ظرایف طراحی و اجرا و جزئیات اجرایی را که باید در طرح ملحوظ شوند، بیان می‌کنم، به‌طوری که هر دانشجو بر حسب ذوق و سلیقه شخصی بتواند زمینه مطالعه خود را انتخاب کند.

۴. دگرگونی خاصی در مبانی تدریس بنده به‌وجود نیامده است، ولی فکر می‌کنم که برای نسل آینده مدرسان لازم است که به منظور هماهنگ‌شدن با پیشرفت علم و فن و افزایش سریع حجم مطالبی که مهندسان باید بدانند، با استفاده از امکانات و فناوری‌های جدید مطالب مورد نظر را در کلاس‌های درس چنان باید ارائه دهند که برای دانشجویان، سریع‌تر قابل جذب و تثبیت باشد تا بتوان بدون افزودن ساعات تدریس، مطالب بیشتری را به دانشجویان عرضه کرد و حتی پس از مدتی بتوان در ساعاتی کمتر، اصول کلی را به آنان آموخت و آموزش تفصیلی را از طریق سایت‌های اینترنتی سازمان داد، به‌طوری که مدرسان و دانشجویان نیاز کمتری به جابجا شدن و سفرهای شهری و حضور در ساعات مشخص و در فضاهای مشخص به نام کلاس داشته باشند.

۳.۳. پاسخ‌های آقای دکتر مجید صادق‌آذر

۱. مهندس قرن بیست و یکم باید با اطلاعات و توانایی علمی و فنی و اجرایی و اقتصادی بیشتری که از طریق استفاده از روش‌های رایانه‌ای و همچنین از طریق شبکه‌های اطلاع‌رسانی میسر شده است، نسبت به انجام‌دادن کارهای مهندسی بپردازد و در ارتقای معلومات خود به‌روز باشد.

۲. با توجه به تعاریف انجام یافته در فوق در ارتباط با طراحی مفهومی و طراحی جزئیات این دو از همدیگر قابل تفکیک نیستند و مکمل هم هستند. نظر به اینکه امکانات اجرایی و مسایل

اقتصادی در نهایت انتخاب پروژه را تعیین می‌کند، لذا اطلاع از جزئیات طراحی و مقادیر عددی مورد نیاز است.

۳. برنامه تدریس بر اساس معلومات کلاسیک مورد نیاز مهندسان تدوین گردیده است و مطابق آن تدریس می‌شود و نوآوری‌های جدید بر برنامه افزوده می‌شود و موارد کهنه شده از برنامه حذف می‌شود. معلومات علمی و اجرایی که در زمان‌های استثنایی مانند موارد وقوع بحران و حوادث از قبیل جنگ، زلزله و سوانح خاص مورد توجه و نیاز بیشتر قرار می‌گیرد، به‌صورت مطالب تکمیلی عرضه می‌شود.

۴. دانشجویان در انجام‌دادن پروژه تلاش می‌کنند و علاوه بر استفاده از روش‌های سنتی (روش‌های دستی) که جهت فهم و درک مسایل بنیادی مهندسی مورد نیاز است، پروژه را با استفاده از رایانه چه در زمینه تحلیل و طراحی و چه در زمینه تهیه نقشه‌ها و جزئیات و سایر موارد دیگر به‌صورت موازی انجام می‌دهند و در نتیجه امکان ارائه دقیق‌تر و مطلوب‌تر پروژه و قسمتی از جزئیات در مدت زمان کوتاه میسر می‌شود.

۴.۳. پاسخ‌های آقای دکتر محمدتقی کاظمی

۱. مهندس قرن بیست و یکم ضمن آشنایی کافی با علوم پایه و کامپیوتر باید بتواند به‌طور پویا با تغییرات سریع بازار کار و نیازهای فنی جدید حرکت نماید. بدین منظور، آموزش دوره کامل فیزیک عمومی و برخی دروس پایه دیگر از قبیل مهندسی مواد، لازم به‌نظر می‌رسد. مهندسان باید بتوانند نقشه‌های مورد نیاز را خود به کمک کامپیوتر ترسیم کنند و دفترچه محاسبات را به کمک نرم‌افزار تهیه کنند.

۲. با توجه به توسعه روزافزون نرم‌افزارهای تحلیل و طراحی و بانک‌های اطلاعاتی، مهندسان فرصت و قدرت بیشتری برای طراحی مهفومی و جستجوی اندیشه‌های نوین دارند. به نظر می‌رسد که تحلیل و طراحی به‌طور روزافزون در یکدیگر ادغام می‌شوند. تفکیک‌کردن آموزش طراحی مفهومی و طراحی جزئیات اقدام مناسبی نخواهد بود. عمده طراحی جزئیات می‌تواند به کمک نرم‌افزارها و بانک اطلاعاتی صورت گیرد. جهت طراحی مفهومی قوی، آشنایی به طراحی جزئیات لازم است. فقط با آموزش نمی‌توان طراح خوبی را تربیت کرد. بخش کوچکی از مهندسان تربیت شده، طراحان مفهومی خوبی خواهند شد. استعداد، هوش، علاقه و تجربه نیز از عوامل مؤثر

در پیدایش مهندسان خوب برای طراحی مفهومی می‌باشند. انجام‌دادن بیشتر مسابقه‌ها و نظایر آن در توسعه خلاقیت دانشجویان و مهندسان نقش خوبی خواهد داشت.

۳ و ۴. در سال‌های اخیر سعی در انجام‌دادن اقدامات زیر داشته‌ام:

- ادغام بیشتر مطالب تحلیل و طراحی سازه؛
- ترغیب دانشجویان به حل برخی از تمرینان به کمک نرم‌افزارهای رایج تحلیل و طراحی؛
- تشویق دانشجویان به آشنایی با نرم‌افزارهای نوشتن محاسبات و ترسیم نقشه؛
- ارائه تمرین‌های دستی کم‌کارتر از نظر زمانی و با تأکید بیشتر بر مفاهیم طراحی و کمک به یادگیری بهتر روش‌های کامپیوتری.

۴. تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از همکاران ارجمند و بزرگوار آقایان دکتر مهدی قالیبافیان، دکتر مرتضی زاهدی، دکتر مجید صادق آذر و دکتر محمد تقی کاظمی به دلیل ابراز نظرهای ارزنده‌شان تشکر و قدردانی می‌شود.

چو دانا توانا بد و دادگر ازیرا نکرد ایچ پنهان هنر

۵. نتیجه گیری

پیشرفت فناوری در مهندسی، توسعه پویای فضاهای آموزشی و بهبود روش‌های آموزش، معیارهای مهم در تکامل آموزش مهندسی هستند. امروزه، شکل‌گیری یک تحول اساسی را می‌توان حس کرد که در پی آن اساس آموزش مهندسی سازه‌ها در آینده به‌صورت کار با شبکه رایانه‌ای خواهد بود. در این روش با حفظ کیفیت آموزش، زمینه برای افزایش یا کاهش حجم واحدها فراهم است. از سوی دیگر، مشارکت مؤثر استاد همچنان پابرجاست، اگرچه محدوده آموزشی او فراتر از کلاس درس پیش خواهد رفت، چنانکه او می‌تواند وقت خود را صرف تنظیم سرفصل‌ها و محتوای آموزشی کند، به گونه‌ای که قابلیت مورد نظرش در دانشجویان تأمین شود. همچنین، تشویق و پشتیبانی او از به‌کارگیری روش‌های نوین آموزشی عاملی حیاتی محسوب می‌شود. در یک نگاه وجود انگیزه در میان مدرسان و دانشجویان از یک سو و فراهم‌بودن وسیله از سوی دیگر، در می‌یابیم که داشتن یک برنامه کلی برای هماهنگی و روان کردن جریان تحول،

تکمیل کننده این روند خواهد بود.

مراجع

1. Arciszewski, Internet-based teaching/learning tool in structural engineering education, proc. NASA work-hop on Advanced Technology for Engineering Education and Training, A.K. Noor (Editor), Hampton, VA, March, 1998.
2. T. Arciszweseki, Inventive design education, Proc. University of Virginia and NASA Workshop, Advanced Technologies in Engineering Education, Hampton, VA, November, 1999.
3. N. C. Baker and C. Srisethanil, ITS-Engineering: providing adaptive teaching in an engineering tutor Proc. Frontiers in Education: Engineering Education for the 21 st Centory, ASEEE, 1995.
4. M.W.G. Oldberg, S. Salari and P. Swoboda, World Wide Web Course Tool: An Environment for Building WWW-Based Courses, Computer Networks and ISDN Systems, 28, 1996.
5. T. Arciszewski and S. Lakmazaheri, Structural Design Education for the 21st Century, Int. J. Engng. Ed. Vol. 17, Nos 4 and 5, pp. 446-454.

تاریخ دریافت مقاله: