

آموزش علوم و مهندسی در عصر اطلاعات

غلامعلی منصوری

استاد مهندسی شیمی دانشگاه ایلینویز، شیکاگو

عضو افتخاری فرهنگستان علوم

ترجمه: دکتر احمد کرمان پور

دانشکده مهندسی و علم مواد، دانشگاه صنعتی شریف

چکیده: به همراه تحولات سریع علوم فن آوری در جهان و پیدایش رایانه‌ها، آموزش علوم و مهندسی نیز با تغییرات و دگرگونیهای بنیادی روبه‌رو شده است. نویسنده که از نزدیک با این دگرگونی روبه‌رو بوده است، در این نوشته کوشش کرده است تا آثار این تحولات بر سیمای آینده فن آوری و صنعت را نشان دهد.

۱. مقدمه

دهه ۱۹۹۰ میلادی را می‌توان دوران آغاز عصر اطلاعات نامید. با ظهور رایانه‌های شخصی سریع و حسابگرهای خیره، نرم‌افزارهای کارآمد برای تایپ، اصلاح، ترجمه، محاسبات صفحه گسترده، گرافیک، نقشه‌کشی، ارتباطات الکترونیکی، انتقال اطلاعات و بالاخره توسعه شبکه‌های اینترنت و اینترنت، شکل‌گیری عصر اطلاعات به همه انسانها ارتباط یافته است.

در مورد دانشجویان علوم و مهندسی باید روشها و مدل‌های محاسباتی و آماری (تصادفی) مربوط به اصول و کاربرد علوم و مهندسی را نیز به فهرست فوق اضافه کرد. توسعه نرم‌افزارهای کارآمد برای اجرای انواع زیادی از تخمینها و محاسبات ریاضی، فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی و نیز ارائه بسیاری از روشهای تحلیلی موجب شده است تا از وظایف ملال‌آور و خسته‌کننده استادان علوم کاسته شود و موجباتی را فراهم آورده است تا دانشجویان بتوانند مفاهیم اساسی علوم را به سهولت فراگیرند.

۲. تحولات امروز و عصر آینده

امروزه در تعدادی از کالجها و دانشگاهها، دانشجویان ورودی به رشته‌های علوم فیزیکی و مهندسی به تهیه رایانه‌های قابل حمل کیفی^۱ برای خود نیازمندند که این امر خود زاینده تغییرات حاصل از ظهور عصر اطلاعات است. از مهمترین مزایای استفاده از رایانه‌های شخصی و کیفی توسط دانشجویان عصر اطلاعات، می‌توان به قابلیت آنان در نوشتن گزارشهای علمی با ویرایشگرهای رایانه‌ای، محاسبات صفحه گسترده، گرافیک و نقشه‌کشی رنگی، پست الکترونیکی و قابلیت‌های اتصال به اینترنت اشاره کرد که از این طریق دانشجویان می‌توانند تکالیف خود را انجام دهند و علاوه بر ارتباط با مدرسان و دیگر دانشجویان، اطلاعات و داده‌های مورد نیاز خود را نیز جمع‌آوری کنند.

در این خصوص متخصصان امر آموزش، سؤال بزرگی مطرح می‌کنند و آن این است که آیا دانشجویان امروزی از فراست، استعداد و ابتکار دانشجویان دیروزی در فهم و حل مسائل فیزیک و ریاضی، انجام‌دادن سریع محاسبات پیچیده و غامض و بالاخره تهیه گزارشها و نقشه‌های واضح

برخوردار هستند؟

نبودن سیستم‌های پشتیبانی مطمئن و اقتصادی در رایانه‌های مورد استفاده دانشجویان و استادان و عدم بهره‌برداری از نرم‌افزارهای ضدویروس مناسب در رایانه‌های آنان موجب شده تا اطلاعات ذخیره شده از دست برود و نتایج جبران‌ناپذیری را در آنها به بار آورد.

ریاضیات اولین و بنیادی‌ترین موضوع در کلیه برنامه‌های تحصیلی علوم و مهندسی است. به اعتقاد نویسنده، دانشجویانی که از دانش ریاضی قویتری برخوردارند، همواره بهتر از دیگران از عهده اغلب دروس علوم و مهندسی برمی‌آیند. جالب توجه آن است که در برخی از دروس ریاضی، دانشجویان قادرند با داشتن رایانه‌های کیفی، نرم‌افزار Mathematica و سایر نرم‌افزارهای کارآمد، کلیه مهارت‌های ممکن موجود در ریاضیات کاربردی را بدون دانستن اصول حاکم بر آنها به دست آورند. اینکه چنین نیازی موجب بهبود آموزش ریاضی دانشجویان و تقویت قوه تفکر آنها راجع به مسائلی که تاکنون غیرقابل حل بوده‌اند، خواهد شد یا نه و آیا موجبات تربیت افرادی با نشاط و بی‌توجه به مفاهیم ریاضی را فراهم خواهد آورد، موضوعی است که در آینده از طرف مدیران صنایع و کارفرمایان این دانشجویان مورد بررسی قرار می‌گیرد.

چون دانشجویانی که درسهای ریاضی و علوم پایه را به روشهای سنتی فرا می‌گیرند، دارای قابلیت‌های بالایی در به‌کارگیری این علوم در حل مسائل واقعی مهندسی و کاربرد مفاهیم ریاضی هستند، لذا دانشجویان جدید که دارای این زیربنا نیستند در این زمینه‌ها از قابلیت رقابتی کمتری در مقایسه با فارغ‌التحصیلان قدیمی برخوردارند.

همچنین تجدید نظر در روشهای آموزش و پژوهش دوره‌های جدید، از مسائلی است که نیاز به بررسی دارد.

محاسبات صفحه‌گسترده را می‌توان معمولترین و کارآمدترین روش محاسباتی در علوم و مهندسی بدون توجه به گرایشهای رشته‌ای دانست. توسعه نرم‌افزارهای مختلف برای انجام دادن محاسبات صفحه‌گسترده متنوع در زمینه محاسبات عددی و جبری همراه با گرافیک، شبیه‌سازی و اخیراً آنیمیشن‌های کامپیوتری، موجی را در بررسی احتمال حل مسائل نسبتاً پیچیده و غیرخطی مهندسی با سهولت و دقت لازم ایجاد کرده است. توسعه تکنیکهای روش‌شناسی در زمینه محاسبات صفحه‌گسترده و مسائل علوم و مهندسی، موضوعی است که ویرایشهای جدید کتب مهندسی را از نسخه‌های قدیمی آنها متمایز می‌سازد. کاربرد اینترنت در آموزش و پژوهش

مهندسی به سرعت در حال گسترش است. بخش جدیدی از اینترنت، حاوی پروژه‌های آموزشی در فواصل زمانی مختلف می‌باشد. بسیاری از کالج‌های ایالات متحده آمریکا، در حال سرمایه‌گذاری برای توسعه دوره‌های آموزشی رشته‌های علوم و مهندسی و سایر زمینه‌ها در سطوح کارشناسی و کارشناسی ارشد با استفاده از اینترنت هستند. سخت‌افزارها و نرم‌افزارهای الکترونیکی متعددی که توسعه یافته یا در حال توسعه هستند، این امکان را برای دانشجویان و مدرسان آنها فراهم می‌آورند تا به صورت تقریباً چهره به چهره با همدیگر ارتباط داشته باشند و به مبادله داده‌ها، دیدگاه‌ها و دانش‌ها بپردازند. البته هیأت داوران این دروس هنوز تمایل بیشتری به استفاده از روش‌های مستقیم چهره به چهره دارند، چرا که این ارزیابیها توسط اعضای هیأت علمی ارشد دانشگاه‌ها که در گذشته بیشتر مهارت‌های چهره به چهره خود را تقویت کرده‌اند، انجام می‌شود. با وجود این، دیگر استادان دانشگاه‌ها با تغییر شرایط زمانی، نقش بیشتری را در توسعه دوره‌های آموزشی مبتنی بر اینترنت بازی می‌کنند. به نظر می‌رسد که دوره‌های مبتنی بر اینترنت تأثیر بیشتری بر توسعه آموزش علوم فیزیکی و عینی نسبت به دیگر زمینه‌های علوم دارد، زیرا دروس علوم فیزیکی و مهندسی را می‌توان بدون نیاز به حجم زیاد مطالب، به صورت متمرکز ارائه کرد. به عنوان مثال برای ارائه دروس علوم انسانی در شبکه اینترنت، لازم است که مدرس، آن دروس را به صورت ویرایش‌های جدیدی در دفعات دوم، سوم و ... ارائه کند، حال آنکه برای دروس علوم و مهندسی، چنین امری لازم نیست.

حجم انبوه اطلاعات، علم و فن‌آوری که در حال افزوده شدن به شبکه اینترنت می‌باشد، موجب شده است تا کتب دانشگاهی حتی برای دروس معمولی و مرسوم نیز جاذبه کمتری داشته باشند. نویسنده این مقاله، در طول چهار سال گذشته دروسی نظیر ریاضیات کاربردی، ترمودینامیک، طراحی و مکانیک آماری را در دوره‌های کارشناسی و تحصیلات تکمیلی آموزش داده است که در اغلب آنها از اینترنت به عنوان مرجع اطلاعاتی استفاده کرده است. به عنوان مثال، برای اغلب، موضوعات ریاضیات کاربردی و ترمودینامیک، اگر نگوئیم همه، می‌توان سایتهای اطلاعاتی آموزشی، محاسباتی و داده‌ها را با نمایشگرهای رنگی و برخی اوقات با فرمت‌های قابل انتقال روی شبکه اینترنت پیدا کرد و با توجه به تمایل کمتر و هزینه‌های بالای اتصال به شبکه اینترنت در کشورهای خارج از مناطق آمریکای شمالی و اروپای غربی، کاربرد تکنیک‌های آموزشی فوق ممکن است در آینده‌ای غیرقابل پیش‌بینی جامه عمل بپوشد.

دانشجویان علوم و مهندسی با یک مسأله دیگر نیز در تربیت و آموزش خود روبه‌رو هستند که برای قابل عرضه شدن به بازار کار و یافتن شغل مناسب در عصر اطلاعات، توجه به آن لازم است. این نیاز علاوه بر تحصیل اصول مهندسی مرسوم، عبارت از یادگیری کاربرد سخت‌افزار رایانه و نرم‌افزارهایی نظیر زبانهای برنامه‌نویسی فرترن، اسمبلی، C، ++C، Visual Basic و نظایر اینها همراه با ایجاد و مدیریت بانکهای اطلاعاتی به منظور شرکت در مدیریت و توسعه شبیه‌سازی مهندسی است.

شبیه‌سازهای علوم و مهندسی، محصول ظهور رایانه‌های سریع، در دسترس بودن راه‌حل‌های معادلات ریاضی غیرخطی، وجود بانکهای عظیم اطلاعاتی و نرم‌افزارهای محاسباتی و آماری در زمینه‌های هوش مصنوعی، سیستمهای خبره، شبکه‌های عصبی و غیره هستند. امروزه شبیه‌سازها در اغلب موارد قادر به انجام دادن محاسبات مختلف علوم و مهندسی شامل فرایندها و طراحی و حتی واحدها و کارخانه‌های پیشرفته هستند. این نرم‌افزارهای شبیه‌سازی به‌خوبی در سازمانهای تجاری و صنعتی که برای انجام دادن محاسبات مشابه دستی، گروه زیادی از فارغ‌التحصیلان علوم و مهندسی را به کار می‌گیرند، جای خود را باز کرده‌اند. این شبیه‌سازها با گذشت زمان و استفاده از نیروهای انسانی متخصص همراه با صرف بودجه‌های کلان، به تدریج پیشرفته‌تر می‌شوند. از آنجایی که هر کدام از این شبیه‌سازها می‌توانند وظایف چندین متخصص علوم و مهندسی را انجام دهند، لذا به عنوان عاملی در جهت افزایش تعداد بیکاران در بین فارغ‌التحصیلان رشته‌های مختلف علوم و مهندسی مورد انتقاد قرار گرفته‌اند. امروزه سازمانهای تجاری و صنعتی برای انجام دادن محاسبات علوم و مهندسی روزمره خود بیشتر تمایل دارند که در زمینه این شبیه‌سازها سرمایه‌گذاری (به شکل خرید یا اجاره) نمایند تا اینکه تعداد زیادی افراد خبره را استخدام کنند. البته چنین سازمانهایی هنوز هم به تعدادی نیروهای متخصص و خبره برای اجرای مدیریت، رفع اشکال و به روز کردن شبیه‌سازها نیاز خواهند داشت. نیروهای متخصص فوق باید نه تنها اصول علوم و مهندسی را فراگیرند، بلکه در زمینه سخت‌افزار رایانه و بسته‌های نرم‌افزاری نیز باید به‌خوبی آموزش داده شوند تا بتوانند به نحو شایسته‌ای از کارایی شبیه‌سازها استفاده کنند.

در زمینه تربیت دانشجویان علوم و مهندسی نیز کالجها و دانشگاهها در حال سرمایه‌گذاری برای خرید شبیه‌سازها هستند. البته باید استفاده دانشجویان از این شبیه‌سازها فقط به زمانی محدود شود که پیش از آن، دانشجویان مهارتهای لازم را برای انجام دادن محاسبات علمی و مهندسی مورد

استفاده در این شبیه‌سازها را به طور دستی فرا گرفته باشند. این محدودیت در استفاده، موجب می‌شود که دانشجو تمام مراحل تکمیل فرایند شبیه‌سازی را به‌خوبی درک کند. همچنین بدین وسیله دانشجو قادر خواهد بود تا نتیجه تقریبی شبیه‌سازی را از پیش تخمین بزند و بدین ترتیب اعتبار و مفهوم فیزیکی نتیجه شبیه‌سازی را تجزیه و تحلیل کند.

۳. بحث و نتیجه‌گیری

به برکت در دسترس بودن ابزارهای جدید عصر اطلاعات، اکنون این بحث بین مدرسان رشته‌های علوم و مهندسی مطرح شده است که برای حفظ قابلیت تفکر، نوآوری و خلاقیت فارغ‌التحصیلان آینده از روشهای بازآموزی^۱ استفاده شود تا این فارغ‌التحصیلان صرفاً به صورت اپراتورهای چنین ابزارهایی باقی نمانند. این بحث موجب شده است که مؤسسات آموزش عالی ویژه‌ای به منظور ارائه موضوعات آموزشی جدید در دوره‌های آموزش علوم و مهندسی و با هدف افزایش قدرت تجزیه و تحلیل، توان تخمین ذهنی و قابلیت نوآوری دانشجویان علوم و مهندسی به‌وجود آیند. این موضوعات شامل روشهای تجربی^۲ در محاسبات علوم و مهندسی، روشهای تخمین آماری و تصادفی، هندسه غیراقلیدسی، منطق فازی و غیره است که در حال ورود به دوره‌های آموزش علوم و مهندسی می‌باشند. در این خصوص ضرورت دارد که دانشجویان، به‌عنوان استفاده‌کننده از این ابزارهای عصر اطلاعات (و نه صرفاً مقلد)، آموزش داده شوند.

در طول ده سال گذشته، فارغ‌التحصیلان رشته‌های علوم و مهندسی بیش از هر زمان دیگری به محض فارغ‌التحصیلی، شگفتیهای زیادی را تجربه کرده‌اند. به دلیل فوق، آموزشهایی که این دانشجویان دیده‌اند، قابلیت انعطاف کافی برای پذیرش انواع شغلها را ندارند. علاوه بر آن، سازمانهای بزرگ تجاری و صنعتی جهان تمایل زیادی دارند که مشاغل تولید نرم‌افزارها در زمینه‌های علوم و مهندسی را به کشورهایی انتقال دهند که دارای دانشمندان و مهندسان تربیت یافته تا سطوح بالا، جمعیت زیاد و سطوح درآمد پایین (نظیر چین و هند) هستند. این امر، یعنی واگذاری تولید اندیشه و نرم‌افزارها به کشورهای جنوب، موجبات افزایش بیکاری در زمینه‌های علوم و مهندسی را در کشورهای پیشرفته جهان فراهم آورده است.

آنچه مسلم است این واقعیت تلخ است که آموزشهای کلاسیک و سنتی دانشجویان علوم و مهندسی، آنها را به قابلیت‌های مورد نیاز در عصر اطلاعات مجهز نخواهد کرد. این سؤال که آیا اعمال تغییرات در دوره‌های تحصیلی علوم و مهندسی برای تربیت دانشجویان آتی در عصر اطلاعات به حد کافی است یا خیر، یک سؤال منطقی و قانونی به نظر می‌رسد. آیا دانشجویان علوم و مهندسی آینده برای کمک به تواناییهای تخیلی و تخمینهای ذهنی خود در موقع کسب دانش برای استفاده از ابزار عصر اطلاعات، به نحو مناسبی تحت تربیت قرار خواهند گرفت؟ واقعیت آن است که مدیریت مصیبت‌زده در یک سازمان تجاری یا کارخانه صنعتی برای رفع اشکالات موجود خود به فارغ‌التحصیلانی نیاز دارد که دارای قدرت ابتکار و خلاقیت در فهم و آنالیز اتفاقات غیرمنتظره باشند. آیا مهندسان و دانشمندان آینده حایز چنین قابلیت‌هایی خواهند بود، یا اینکه صرفاً بر حسابگر یا رایانه‌های شخصی خود برای اتخاذ تصمیمات سریع متکی خواهند بود؟ سخن آخر آنکه هدف از آموزشهای آینده، تربیت مهندسان و دانشمندانی است که کسب علم و داشتن حساسیت و تعهد برای توسعه رفاه اجتماعی را در سرلوحه فعالیت‌های خود قرار دهند و به مسائل مهمی نظیر حفاظت از محیط زیست، ایمنی انسانها و اخلاق علمی و مهندسی عمیقاً متعهد باشند.