

آموزش مهندسی با نگاه به محیط زیست: توسعه هرم فکری هالیستیک (اکولوژیکی)

محمد کارآموز

استاد دانشکده مهندسی عمران

پردیس دانشکده‌های فنی دانشگاه تهران

karamouz@ut.ac.ir

سارا نظیف

کاندیدای دریافت درجه دکترا

دانشکده مهندسی عمران

پردیس دانشکده‌های فنی دانشگاه تهران

saranazif@ut.ac.ir

چکیده

تربیت مهندسان آگاه به چالش‌های امروز، فرصت‌های آینده و دانش روز نقش بسیار مهمی در توسعه اقتصادی و اجتماعی جوامع مختلف ایفا می‌کند. ساختار فعلی آموزش مهندسی سعی دارد تا هرچه بیشتر اطلاعات مهندسان در زمینه‌های تخصصی مربوطه افزایش یابد و متأسفانه جوانب فعالیت‌های آنها که عمدتاً محیط‌زیست را تحت تأثیر قرار می‌دهد، مورد غفلت قرار گرفته است. این ساختار فکری که معمولاً از آن با عنوان رویکرد نیوتنی (مکانیسمی) یاد می‌شود، تفکری عمودی مبتنی بر فرآیندهای پشت‌سرهم و خطی است که در آن برنامه‌های آموزشی مهندسان در جهت استفاده هرچه بیشتر از امکانات طبیعی موجود در محیط اطراف خود و در جهت کنترل طبیعت تدوین شده‌اند. با گذشت زمان و آشکار شدن اثرات نامطلوب این نگرش مهندسی بر وضعیت محیط‌زیست و همچنین مشاهده علائم عدم تعادل در سیستم‌های مهندسی که عملاً کاربری آنها را در طول زمان با مشکل مواجه می‌سازد، لزوم تغییر نگرش در توسعه دانش مهندسی و توجه بیشتر به محیط‌زیست آشکار گردید. براین مبنا رویکرد فکری هالیستیک (اکولوژیکی) که تفکری افقی مبتنی بر فرآیندهای موازی و غیرخطی است، در آموزش مهندسی مطرح شده است. در این رویکرد در کنار توسعه دانش مهندسان در زمینه‌های تخصصی سعی می‌گردد تا آنها را با اندرکنش‌های فرآیندها و طرح‌های مهندسی با محیط‌زیست آشنا نمود. به این ترتیب می‌توان از امکانات موجود بیشترین استفاده را نموده و در کنار آن اثرات نامطلوب فعالیت‌های مهندسی را به حداقل مقدار ممکن کاهش داد. در این مقاله روند تغییر رویکرد فکری در آموزش مهندسی و اثرات آن بر توسعه سیستم‌های مهندسی و محیط‌زیست و چشم‌انداز تکاملی آن تشریح می‌گردد.

واژه های کلیدی: آموزش مهندسی، محیط زیست، رویکرد هالیستیک (اکولوژیکی)، رویکرد نیوتنی



مقدمه:

نیروی انسانی بزرگترین سرمایه هر کشور محسوب می‌شود. این سرمایه با ارزش می‌تواند با پرورش و بهره‌گیری موثر فکری و جسمی، پایه‌های اقتصاد کشور را دگرگون ساخته و راه دشوار توسعه را هموار سازد. در بعد انسانی توسعه پایدار، توسعه منابع انسانی و بهبود تعلیم و تربیت و آموزش از اهمیت قابل توجهی برخوردار است. در بسیاری از کشورهای توسعه یافته سهم قابل توجهی از رشد درآمد سرانه (به عنوان مثال در آمریکا بیش از 85%) ناشی از تغییرات تکنولوژیکی ایجاد شده در فرآیند توسعه و مهندسی سیستم‌ها می‌باشد. این تغییرات مرهون تلاش‌های قابل توجه در توسعه دانش و همچنین مهندسی سیستم‌ها می‌باشد [1].

هدف سیستم‌های آموزش مهندسی باید تجهیز مهندسان جدید به مهارت‌های حل مسائل، برقراری ارتباط موثر، کارگروهی، خود ارزیابی، مدیریت مبتنی بر بازخور و تفکر بر مبنای عمر مفید باشد. آموزش و تربیت مهندسان جدید باید گسترده و در عین حال عمیق باشد تا با دنیای واقعی انطباق داشته باشد. مجموعه این نکات، آموزش مهندسی را به یکی از ارکان حیاتی در توسعه کشورها تبدیل می‌نماید که می‌بایست پایداری سیستم‌ها در سازماندهی برنامه، تعیین ارزش‌ها و خروجی‌های موردانتظار آن در نظر گرفته شود. به عبارت دیگر برای دستیابی به توسعه پایدار باید مبانی آن در آموزش مهندسی لحاظ گردد.

در سال‌های گذشته مقالات متعددی ارائه شدند که در آنها به مفهوم مهندسی هالیستیک و یا آموزش هالیستیک و تحول مهندسی اشاره شده است. در این مطالعات از عبارت مهندسی هالیستیک برای توصیف نگرشی بین تخصصی و سیستماتیک در آموزش مهندسی استفاده شده است. در این رویکرد بر فرمولاسیون جز به جز مسائل تاکید شده و سعی در ایجاد تحولات اساسی در شیوه‌های متداول تربیت مهندسی می‌نماید. بر این اساس بهترین چالش مهندسی در قرن 21 بازنگری ساختار آموزش مهندسی است تا از بی‌توجهی به دانش حرفه‌ای و عملیاتی در جهان و نگاه یک بعدی به آن به عنوان تنها یک عامل اقتصادی، جلوگیری شود. بلکه باید آموزش مهندسی به عنوان پرورش‌دهنده راهبران خلاق و کارگشای جهان آتی یعنی تصمیم‌گیرندگان موردنظر قرار گیرد. تصمیم‌گیرندگان به طور فعال شرایط آتی ما را با دانش تکنولوژیکی و خلاقیت و لحاظ کردن اصول مدیریت نوین بر مبنای خلاقیت، بهینه‌سازی هزینه در سیستم‌های اقتصادی و اجتماعی و محیط‌زیستی و توجه به ارتباطات پروژه‌های نوین مهندسی در سراسر جهان شکل می‌دهند [2].

با توجه به ضرورت‌های آموزش مهندسان با تفکر هالیستیک برای توسعه دنیای کنونی ما، در این مقاله به بررسی و تبیین جایگاه این رویکرد در آموزش مهندسی کشور پرداخته شده است. برای این منظور ابتدا لزوم تحول روند آموزش مهندسی با توجه به اهمیت پایداری در سیستم‌های مختلف جهان مورد بررسی قرار گرفته و در ادامه روند تغییر هرم فکری در تربیت دانشجویان مهندسی و مزایای حاصل از آن تشریح می‌گردد. از آنجا که برنامه‌های درسی نقش حساسی در توسعه رویکردهای مختلف و موفقیت آنها دارند در بخش بعدی چگونگی لحاظ کردن نگرش هالیستیک در برنامه‌ریزی دروس دانشجویان مهندسی مورد بررسی قرار می‌گیرد. در انتها دغدغه‌های حال حاضر جهان و همچنین کشورمان در آموزش مهندسی مورد بررسی قرار گرفته است و خلاصه و جمع‌بندی از بحث‌های صورت گرفته ارائه شده است.

پایداری و لزوم تحول در آموزش مهندسی

براساس توصیه‌های Agenda21، برای اطمینان از وجود محیط زیستی سالم و قابل سکونت برای نسل‌های آتی، تجارت، صنعت، دولت‌ها و اشخاص حقیقی بایست در راستای هدف پایداری جهانی پیش رفته و خود را با آن تطبیق دهند. طی سال‌های اخیر تلاش‌هایی برای معرفی مسئله پایداری در سطوح آکادمیک، دولتها و صنایع آغاز شده ولی این حرکت‌ها نوعاً بسیار کند و محدوده اثر آنها بسیار محدوده بوده است. مهندسی رشته‌ای است که تمرکز آن بر بهبود شرایط زندگی انسان‌ها از طریق توسعه و کاربرد تکنولوژی می‌باشد. مهندسی خود به مجموعه وسیعی از شاخه‌های مختلف تقسیم شده است. چنین ویژگی‌هایی با جنبه‌های مختلف پایداری بسیار نزدیک است [3].

متأسفانه آموزش مهندسی کمتر در مباحث جهان‌سازی مورد توجه قرار گرفته است و مسئولان آموزش مهندسی هنوز با پدیده آموزش مهندسی فراگیر در چالش هستند. بسیاری از موضوعات مهندسی که توسط موسسات دانشگاهی ارائه می‌شوند، به تنهایی و بدون توجه به جنبه‌های اقتصادی، محیط‌زیستی، سیاسی، فرهنگی، تکنولوژیکی و جهانی تدریس می‌شوند. موسسات دانشگاهی مهندسی باید از رویکردهای هالیستیک در آموزش مهندسی استفاده کنند تا بدین ترتیب دانشجویان قادر باشند ارتباطات و اندرکنش‌های میان



سیستم‌های مختلف و جامعه جهانی را با مهندسی دریابند.

بنابراین در صورتی که بخواهیم اصول پایداری را به جز مهمی از فرهنگ جهانی تبدیل نماییم، ناگزیر باید از تحول در اصول آموزش مهندسی آغاز نماییم. در راستای اولویت دستیابی به پایداری جهانی در میان مسئولیت‌های متعدد نسل حاضر مهندسين نسبت به نسل‌های آتی، ابتدا باید به دو سوال اساسی زیر پاسخ داد [3]:

- 1- چه کارهایی برای رسیدن به این هدف در حال انجام است؟
- 2- چه کارهایی باید جهت طرح موضوع و جلب حمایت در راستای پیاده‌سازی ایده پایداری در آموزش مهندسان نسل جدید صورت پذیرد؟

آموزش و آماده‌سازی نیروی انسانی برای رسیدن به مراحل تعالی و پیشرفت و ایجاد محیطی مناسب برای پرورش خلاقیت و مدیریت صحیح منابع ضروری می‌باشد. لازمه ایجاد خلاقیت که جزء انکارناپذیر مهندسی خصوصاً در قرن اخیر می‌باشد، استفاده صحیح از قدرت فکر، تخیل و ایجاد ذهنیت و فرهنگ‌سازی است که محیط و سازوکار لازم را برای پرورش و شکوفایی نیروی انسانی فراهم می‌کند. یکی از مشکلات مبتلابه بشر امروز، نحوه فکر کردن آن است. با تغییر نحوه تفکر می‌توان تحول شگرفی در مجموعه مهندسی ایجاد نمود که برای این منظور اولین گام تغییر ساختار آموزشی فعلی است.

ساختار آموزش کشور ما به خصوص در زمینه‌های فنی و مهندسی، تفکرات عمودی یعنی تفکرات پله به پله را تشویق می‌کند. در این نحوه تفکر، هر زمان که یکی از پله‌ها بیفتد و یا قطع شود، رشته تفکر ما قطع می‌گردد. تصور این است که برای رسیدن به یک هدف تنها یک راه وجود دارد و بازگشت از یک نقطه به نقطه اولیه فقط با پیمودن مسیر طی شده در مرحله اول امکان‌پذیر است. این طرز فکر سد و مانعی بر سر راه پرورش خلاقیت می‌باشد. این در حالی است که نحوه تفکر افقی و یا موازی (هالیستیک) یعنی تفکر در جهات مختلف، تصور این است که برای رسیدن به یک هدف، راه‌های مختلف و متنوعی وجود دارد. این نحوه تفکر، موجب بروز خلاقیت گردیده و شیوه‌ای است که در تحلیل‌های سیستمی به کار برده می‌شود [4].

تغییر هرم فکری در آموزش مهندسی:

برای دستیابی به پایداری و مفاهیم آن نیاز به تغییر رویکرد و بازبینی درک بشر از جهان اطراف می‌باشد. بر این مبنا هرم فکری متداول در دنیای اطراف یعنی هرم فکری نیوتنی به هرم فکری هالیستیک تغییر می‌یابد. در سه دهه اخیر، هرم فکری هالیستیک به عنوان گزینه جدیدی در رفع مشکلات ناشی از فعالیت‌های انسان در محیط‌زیست و بهبود پایداری سیستم‌های هالیستیک مطرح شده است. بر اساس این تفکر اکتشافات و تئوری‌های جدیدی در علوم مختلف مطرح شده‌اند. در تقابل با دنیای مکانیکی نیوتنی، این تئوری‌ها مبانی و اصول مورد استفاده در تفکر نیوتنی یعنی مدل‌های کارترین را نقض نموده‌اند. چرا که رویکرد فعلی جهان اطراف بیشتر بر پایه اصول کارترین بوده و این تغییر نگرش نیازمند تغییر چگونگی نگرش و فهم ما از جهان اطراف می‌باشد. آموزش مهندسين نیز از این قاعده مستثنی نبوده و اصول نگرش هالیستیک باید در آموزش مهندسين لحاظ گردد [5].

در رویکرد هالیستیک با برخورد سیستماتیک به کلیه فعالیت‌های بشری خصوصاً فعالیت‌های مهندسی سعی می‌گردد تا عواقب منفی ناشی از فعالیت‌های بشری بر محیط‌زیست به حداقل رسیده و بشر خود را با مشخصات و شرایط طبیعی وفق دهد. به این ترتیب گام مهمی در جهت افزایش پایداری برداشته می‌شود. در هرم فکری هالیستیک درک مهندسان از روابط میان بخش‌های مختلف طبیعت و چگونگی اثرگذاری و اثرپذیری آنها افزایش می‌یابد. تفکر غلبه بر طبیعت به زیستن با آن تبدیل شده است. به عنوان مثال تفکر مقابله با سیل به استفاده از پتانسیل‌های آبی آن در محیط‌های خشک و نیمه‌خشک تبدیل شده است.

برای ارزیابی تفاوت‌های این هرم فکری می‌توان برنامه‌های مهندسی گذشته و نوین را با استفاده از رویکرد ورودی-خروجی - دستاورد (IOO - Input-Output-Outcome) مقایسه نمود. برنامه‌های گذشته (شکل 1) دارای مبانی فنی یک‌جانبه است. این رویکرد در زمان توسعه آن که تاکید بر استفاده از منابع طبیعت برای سود بیشتر بشر بود، مناسب است. در این برنامه تلاش برای تربیت مهندسانی با سطح بالای اطلاعات فنی است. در این حالت تاکید بیشتر بر خروجی به دلیل نیاز مبرم جامعه به استفاده از دستاوردهای مهندسی برای بهبود زندگی می‌باشد و مواردی چون عملکرد پایدار لحاظ نشده و یا بی‌اهمیت تلقی می‌گردیدند [6].

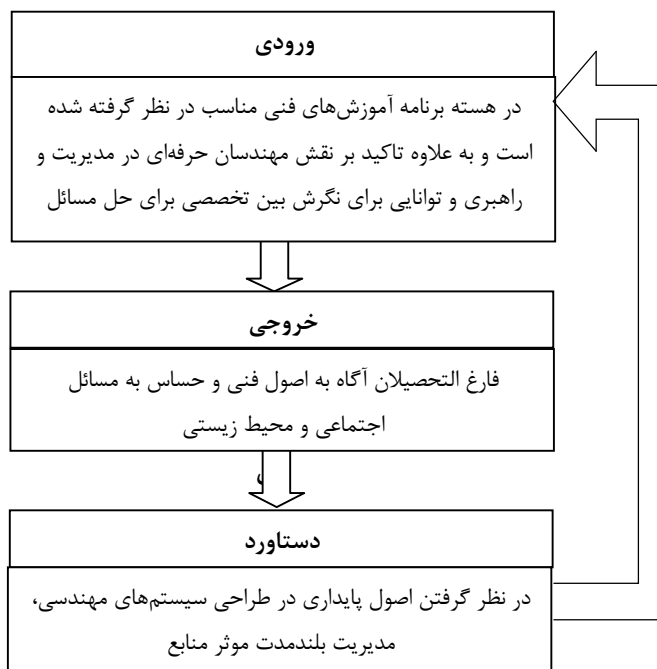


شکل ۱: مدل IOO برای شیوه سنتی آموزش مهندسی

در رویکرد فکری جدید (شکل 2)، مولفه‌های محیط‌زیستی مانند تولید پاک‌تر و مدیریت منابع در مفاهیم مهندسی وارد شده‌اند. به علاوه تاکید بیشتری بر مطالعات موردی می‌شود تا دانشجویان با مسائل و مشکلات واقعی در مهندسی هرچه بیشتر آشنا شوند. در این رویکرد با لحاظ کردن یک حلقه بازخورد، میزان اثرگذاری برنامه با توجه به دستاوردهای آن مشخص شده و براساس آن به طور پیوسته ورودی‌های سیستم مورد بازنگری قرار می‌گیرند [6]:

در پیاده‌سازی سیستم آموزش هالیستیک در دانشگاه‌ها شناخت اجزا مختلف سیستم و وظایف و مسئولیت‌های آنها نقش کلیدی ایفا می‌نماید. سیستم آموزش مهندسی از سه رکن اصلی تشکیل شده است:

- دانشگاه: محیطی برای تبادل ایده‌ها و تعالی دانشجویان در زمینه‌های فنی، اخلاقی و حرفه‌ای می‌باشد.
- هیئت علمی: سیستم عاملی با ابعاد انسانی برای اجرایی کردن فرآیند تفکر و اطمینان از دستیابی به کیفیت موردنظر است.
- هیئت علمی سازنده، هدایت کننده و مدیران سیستم آموزش عالی هستند.
- دانشجویان: اثرپذیرندگان اصلی و در عین حال محصولات نهایی سیستم دانشگاهی هستند.



شکل 2: مدل IOO برای شیوه هالیستیک آموزش مهندسی

در رویکرد سنتی، نقش هیئت علمی تنها تدریس، تحقیق و ارائه فعالیت‌های خدماتی به دانشگاه در نظر گرفته می‌شود. راهبری و الگوسازی در رویکرد هالیستیک دو مؤلفه مهم برای دستیابی به موفقیت‌های بزرگ هستند که در تعریف نقش اساتید در پیشبرد فعالیت‌های دانشگاهی نادیده گرفته شده‌اند.

- راهبری

در هرم موفقیت، مفهوم راهبری کمک قابل توجهی به ارتقا سطح موفقیت می‌نماید. حرکت مثلثی گروه پرندگان در مقابل باد نمونه جالبی از چگونگی اثرگذاری قبول مسئولیت راهبری توسط یک فرد و انتقال آن به افراد دیگر در حصول موفقیت در مسیر حرکت یک جامعه می‌باشد. در تفویض مسئولیت راهبری باید اولویت‌بندی و ارتقا مرحله‌ای لحاظ گردد. یعنی به طور سلسله مراتبی، سطح آمادگی هدایت‌کنندگان بالقوه ارتقا داده شود تا به تدریج و در زمان مناسب بتوانند نقش مسئولانه و سازنده‌ای را در راهبری دانشگاهی تقبل نمایند. باید توجه داشت که راهبری تنها وسیله‌ای برای حل مشکلات مالی و اداری نیست، بلکه مکتبی فکری است که بایستی در درون هر واحد دانشگاهی متناسب با اهداف آن طراحی و ایجاد شود.

- الگوسازی

الگوسازی یکی از عوامل کلیدی در دستیابی به موفقیت است و ماهیت خلاقیت و خودتکایی را در دانشجویان بوجود می‌آورد. بسیاری از دانشجویان با مسائل دنیای واقعی آشنا نیستند. بسیاری از اساتید در دنیای ایده‌آلی زندگی می‌کنند که شرایط فرضی بر آن حاکم هستند. برخورد با محدودیت‌های دنیای واقعی و اثرات اجتماعی آن، برخورد با اطلاعات مفهومی مانند ریسک، عدم قطعیت و عدم دقت، چالش‌های مهمی در زمینه‌های علمی و تحقیقاتی دانشگاهی می‌باشند که در قالب رویکرد هالیستیک راه‌کارهایی مناسب برای برخورد با آنها در



زمینه‌های مختلف علوم مهندسی ارائه می‌شود. از طرفی، ارتباط با فارغ‌التحصیلان، سیستم بازخور موثری را برای بهبود برنامه‌های آموزشی دانشگاه ایجاد می‌نماید. به این ترتیب ارتباط قوی بین اثرپذیران و محصولات (Alumni) گذشته برنامه‌های دانشگاهی و همچنین خروجی‌های آن در آینده نزدیک فراهم می‌نماید. فارغ‌التحصیلان بهترین شاخص برای ارزیابی موفقیت برنامه دانشگاهی در آموزش و تربیت دانشجویان می‌باشند. توسعه مشارکت فارغ‌التحصیلان نشان دهنده موفقیت یک برنامه آموزشی در ارتباط با عوامل انسانی وابسته بخود و استفاده از وابستگی و امکانات مالی فارغ‌التحصیلان خود در پیشبرد اهداف دانشگاه می‌باشد. این امر نیازمند مشارکت فعال هیات علمی دانشگاه است.

مزایای رویکرد هالیستیک

تربیت یک مهندس هالیستیک شامل آشنایی با مسائل جهانی و سازماندهی دانش فنی در قالب مسائل پیچیده اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی قرن 21 می‌باشد. آینده هدایت و برتری در حرفه ما چیزی است که ما بر آن سرمایه‌گذاری کرده و مهندسان حرفه‌ای را آموزش می‌دهیم. مهندسی که دارای دانش بین رشته‌ای بوده و مسائل متعدد فنی و حرفه‌ای را در شغل خود مدیریت می‌نماید دارای رویکرد هالیستیک بوده و امکان انطباق با چالش‌های مختلف را دارند. این مهندسان قادرند همواره دستاوردهای با ارزشی را برای جامعه با شرایط اقتصادی مختلف فراهم نمایند. ایشان بسیار خلاق و پویا بوده و تشویق کننده نسل آتی مهندسی برای سرمایه‌گذاری در مسائل کاربردی هستند. از انجایی که کلیه ایده‌های نو، بحث‌ها و تفکرات متفاوتی را به دنبال دارند، سرمایه‌گذاری بر مهندسی هالیستیک - نه به عنوان یک ایده نو، بلکه به عنوان دستاورد سال‌ها تلاش برای تغییر هرم فکری آموزش مهندسی - جز ضرورت‌های اجتناب‌ناپذیر برای حفظ قدرت رقابت کشور با سایر ملل می‌باشد. دانش فنی مهندسی را می‌توان از فرای مرزها فراهم نمود اما ابداع و خلاقیت مهندسی همراه با آشنایی فنی را نمی‌توان از خارج وارد نمود. آینده حرفه مهندسی وابسته به سرمایه‌گذاری در رویکرد هالیستیک آموزش مهندسی و آموزش مهندسان حرفه‌ای قرن 21 است. افرادی که می‌توانند به خوبی با پیچیدگی‌های اجتماعی، محیط‌زیستی، انرژی، اقتصاد و چالش‌های فنی در جهت توسعه مهارت‌های مهندسی مواجه شوند. جامعه مهندسی باید رویکرد هالیستیک را به عنوان یک عامل محرک و رقابتی برای آموزش نسل‌های بعدی مورد توجه قرار دهد [2].

در این میان فعالیت‌های زیر کمک قابل توجهی به ایجاد فضای آموزشی موثر در فرآیند توسعه مهارت‌های مهندسی با رویکرد هالیستیک می‌نمایند [7]:

1. شناسایی مهارت‌هایی که از دانشجویان انتظار می‌رود و منظور کردن آنها در برنامه درسی و تشریح اهمیت آنها برای دانشجویان.
2. تعیین مهارت‌های هدف بر اساس تحقیق و نه حدس و گمان شخصی و سهم کردن دانشجویان در روند تحقیق
3. روشن و شفاف نمودن فعالیت‌های ضمنی که منجر به کاربرد موفق مهارت‌ها می‌شوند
4. کاربرد گسترده مهارت‌ها با استفاده از فعالیت‌های سازماندهی شده و فراهم کردن سیستم بازخور سازنده از فعالیت‌های دانشجویان
5. توسعه سیستم‌های پایش جهت افزایش اشتیاق و رغبت دانشجویان
6. ارزیابی اثرات فعالیت‌های قبلی و لحاظ کردن آنها در تصمیمات آتی
7. ارزیابی فرآیندهایی چون حل مساله و کار گروهی در کنار ارزیابی دستاوردهای فعالیت
8. استفاده از یک فرم ارزیابی و بازخور استاندارد.

نگرش هالیستیک در تدوین برنامه‌های درسی مهندسی

در کلاس‌های مهندسی امروزی، به مباحث پایداری بیشتر در قالب دوره‌های مقدماتی آشنایی مهندسی محیط زیست پرداخته می‌شود که البته این بحث برای بیشتر مدارج مهندسی ضروری است. علاوه بر این در بسیاری از دوره‌های سطح بالاتر از مهندسی موضوعات درسی در جهت تمرکز بر پایداری تغییر کرده‌اند. این دوره‌های مقدماتی باید بتوانند در زمینه اصول پایداری نسبت به سایر بخش‌های برنامه آموزشی پایه‌ای قوی ایجاد کنند تا در ظرف دوره‌های موجود بتوانند کاربرد خود را از این مفاهیم ایجاد یا تقویت نمایند. در دوره‌های آموزشی



آینده باید دوره یا دوره‌هایی باشند که برخی جنبه‌های پایداری (جلوگیری از آلودگی، پراکندگی‌های صفر، هزینه‌های عمر مفید و...) به عنوان دروس اصلی ارائه شوند.

در بررسی اولیه به نظر می‌رسد فهرست موضوعات و زمینه‌هایی که می‌توانند در ذیل عنوان پایداری قرار بگیرند، همگی به محیط زیست مربوط می‌شوند. این درک موجب درک اشتباه از این موضوع می‌شود زیرا بیشتر دانشگاه‌های مهندسی دوره‌هایی در مهندسی محیط زیست، مهندسی زمین‌شناسی، انرژی و تولید نیرو دارند. اگرچه برای بخش اعظمی دوره‌های موجود در محدوده محیط زیست موضوع این نیست که در چه دانشکده‌ای هستند و مواد تشکیل‌دهنده دروس دوره به دورنما، جنبه عملی و فلسفه پایداری ارتباطی ندارند. به طور نمونه، مدیریت محیط زیست به عنوان موضوعی در دوره‌های مقدماتی مهندسی محیط زیست معرفی می‌گردد. این موضوع به طور معمول محدوده مباحث قواعد دوره‌های مهندسی محیط زیست حرکت می‌کند. هدف از این ارزیابی برشمردن و کمی کردن تغییرات در محیط زیست است که ممکن است در طول ساخت، توسعه، بهره‌برداری، خاتمه و دوره‌های پس از اتمام پروژه رخ بدهد. اثرات در طول هریک از سه مرحله ممکن است باعث ایجاد انواع آلودگی‌ها از جمله صوتی، حواس‌پرتی بصری، هوا، آب یا آب زیرزمینی، اجتماعی، اقتصادی و حتی پیامدهای فرهنگی شود.

بسیاری از بخش‌های تحت پوشش به حداقل دو گزینه قابل قبول برای ارزشیابی پروژه مورد بررسی در سند ارزیابی نیاز دارند. سپس سند جامع برای نظرات عموم چاپ می‌شود و پیش از قبول کردن آن، با توجه به نظرات عموم و واکنش‌های مربوطه بازنگری می‌گردد. این پروسه به طور امیدوارکننده‌ای زمان کافی برای اتخاذ بهترین تصمیم برای موکلان و ذینفعان در اختیار قرار می‌دهد. این یک ایده ساده منصفانه‌ای است که از کنار دانشجویان مهندسی محیط زیست دانشگاه بگذریم. اگرچه در کلاس دوره مدیریت محیط زیست، ضعف عمده که برای برنامه تحصیلی عمران و محیط زیست مرسوم است، مشاهده می‌شود. اول اینکه ایده‌های مدیریت محیط زیست معمولاً فقط در زمینه دوره‌های مهندسی محیط زیست تدریس می‌شوند و ممکن است دانشجو تنها یکبار در برنامه تحصیلی به آن برخورد کند. همچنین این بخش معرفی باید تنها یکی از بسیار مواردی باشد که برای روبرو شدن با این پیامدهای مهم و دشوار مورد نیاز است.

دوم اینکه هدف بسیاری از طرح‌های ارزیابی‌های اثرات زیست محیطی تضمین‌کننده پایداری یک طرح و یا یک راه‌حل نبوده و جنبه‌های مسائل ارزیابی ریسک معمولاً در آنها لحاظ نمی‌گردد. در نهایت این ایده‌ها باید با جنبه‌های طراحی دروس مختلف ترکیب شوند چون لازمه لحاظ کردن پایداری این است که ارزیابی اثرات طرح را در یک شمای وسیع و یک بازه زمانی طولانی‌تر از اثرپذیران فعلی مورد نظر قرار دهد.

با این وجود، آموزش پایداری و توسعه پایدار نمی‌تواند تنها در یک درس خلاصه شود. و برای آن باید جایگاه خاصی در جنبه‌های مختلف مهندسی در نظر گرفت. به عنوان مثال در مهندسی عمران در بخش‌های مختلف همچون انتخاب مصالح برای طرح‌ها، انتخاب محل، برنامه‌ریزی و توسعه، برنامه‌ریزی ترافیک و حمل و نقل، محل و اندازه تاسیسات، ارزیابی آب و منابع مربوطه، بازسازی زیرساخت‌ها، کنترل، تصفیه و تخلیه رواناب‌های شهری، حذف منابع طبیعی و انرژی در نظر گرفته شود. البته چگونگی لحاظ کردن مفاهیم و تفکر هالیستیک در این درس‌ها بدون وارد کردن لطمه به ماهیت تکنیکی آنها باید مورد توجه جدی قرار بگیرد. برای این مشکل نیز راه‌حل‌های بسیار متنوعی وجود دارد. همانگونه که امروز بسیاری از اساتید خلاق و متعهد در حال انجام آن هستند [3].

دغدغه‌های آموزش مهندسی

امروزه بسیاری از برنامه‌های دانشگاهی در آموزش مهندسی فاقد اعتبارات لازم، دارای دانشجویان بیش از ظرفیت و مبتنی بر بحث‌های علمی و فنی منسوخ و قدیمی هستند که با دنیای متغیر کنونی هماهنگی ندارد. سیستم‌های ارزیابی دانشگاهی به ندرت انگیزه‌های لازم را برای ارتقای کیفی کلاس‌های درسی فراهم می‌کنند. این موضوع همچنین باعث می‌شود زمینه‌های لازم برای پرداختن به مفاهیم جدید علمی به خصوص مباحثی که به نظر می‌آید از نظر علمی دارای مضامین کوتاهی باشند، ایجاد نگردد. تمامی این واقعیت‌ها باعث دشواری در تحول روند برنامه‌ریزی و آموزش رشته مهندسی می‌شوند [6]. در سده اخیر نگرانی‌های رو به رشدی در مورد زمینه‌های خاصی از آموزش مهندسی وجود داشته است:

- حجم وسیع و در حال گسترش اطلاعات مهندسی که می‌بایستی در برنامه درسی 4 ساله دوره کارشناسی گنجانده شود.



- نیاز شدید مهندسين به مسئولیت پذیری در فعالیت هایشان. این موضوع از روابط سنتی کارشناس-مشتری فراتر رفته و پاسخگویی در برابر اجتماع و محیط زیست را نیز در بر می گیرد.
 - نیاز رو به رشد جهت بکارگیری روش های همسان و یکنواخت جهانی در آموزش مهندسی
- این نگرانی ها موجب یک تحول فکری عمده در روند آموزش مهندسين از جنبه های مختلف در قرن 21 با توجه به ضرورت های اجتماعی، فرهنگی، فناوری و زیست محیطی شده اند. این ضرورت ها در ادامه به طور خلاصه مورد اشاره قرار می گیرند.
- ضرورت های فناوری:
- رشد سریع تکنولوژی اطلاعات از دهه هفتاد میلادی منتج به جهانی شدن دانش شده است. امروزه پنهان سازی و توقیف اطلاعات یا دانش بسیار دشوار است، یعنی انتشار مفاهیم و رخدادها در سراسر دنیا به سرعت صورت می گیرد.
- ضرورت های اجتماعی-فرهنگی
- از اواسط قرن بیستم حرکت هایی برای جدایی از امپریالیسم سنتی شروع شد. دهه های 70، 80 و 90 میلادی به عنوان دوره شکست امپراتورهای قدرت های بزرگ شناخته شده است. نتایج این اتفاق دو وجه دارند: اولاً: تغییراتی اجتناب ناپذیر از قدرت سیاسی-نظامی به حاکمیت های مالی و ثانیاً: تغییراتی که نتیجه آن را امروزه به جهانی شدن بازارها و اقتصاد جهانی می شناسند. اثرات بازار جهانی شبیه به تسلط نظامی است با این تفاوت که در آن یکی از اجزا آن کم رنگ تر می گردد: توسعه همراه تکنولوژی اطلاعات که در این شرایط اطلاعات بدون موانع خاصی تبادل می گردند. این موضوع تقریباً مانند ترمزی بر سر راه عناصر مضر زیست کره و بشر عمل کرده است.
- ضرورت های زیست محیطی:
- محیط زیست جهان به طور جدی در دوره های اخیر تهدید شده است. در واقع با نزدیک شدن به هزاره جدید، بشر با علائمی روبرو می شود که نشان می دهد تمامی جنبه های زیستی کره زمین رو به زوال و نابودی هستند. اگرچه برخی از این نابودی مربوط به پدیده های طبیعی هستند (مانند فعالیت های آتشفشانی) ولی اکثر این اثرات به صراحت به فعالیت های انسان نسبت داده می شوند. در این میان عوامل بحرانی برای حرفه مهندسی می تواند بصورت زیر فهرست شود:
- جهانی شدن رو به رشد صنعت، بازرگانی و شغلی
 - انتظارات فزاینده اجتماع از متخصصین.
 - حذف صنایع ارائه دهنده خدمات کلیدی از محدوده مسئولیت های دولتی
 - امروزه تجارت محیط زیست با رقابت بیشتری وجود دارد که متوجه تشکیلات کوچک تا متوسط می شود.
 - فعالیت ها دارای ساختارهای مدیریتی جدید می باشد که بر مبنای ارتباطات و سیستم های اطلاعاتی است.
- موضوع اصلی، ادراک صحیح مهندس از جامعه است، با اعتراف این موضوع که ادراک و آگاهی های قدیمی تر همیشه مطلوب نیستند، از مهندسين به عنوان شخصیت هایی یاد می شود که دارای نقش محوری در ایجاد رابط بین اجتماع و فناوری می باشند. به هر حال، برای دستیابی به این هدف آنها نه تنها بایستی رابط های موثری باشند بلکه باید بتوانند کفایت بالای علمی خود را نیز نمایش دهند.
- در جامعه کنونی ما، علیرغم کلیه این ضرورت ها متأسفانه توجه چندانی به لزوم تغییر رویکرد و برخورد هالیستیک با مسائل دنیای امروز در آموزش مهندسی نمی شود. به عنوان نمونه در آموزش مهندسين عمران که نقش های کلیدی را در تصمیم سازی ها و توسعه کشور دارند ضعف های قابل توجهی وجود دارد که اصلی ترین آنها به شرح زیر می باشند [6]:
- اصول درسی مهندسی عمران در جهت تفکر هالیستیک که نیاز به در نظر گرفتن ابعاد مختلف اجتماعی، فرهنگی، اقتصادی و محیط زیستی دارد برنامه ریزی نشده اند. دروس محدودی در این زمینه مانند مهندسی محیط زیست، اقتصاد مهندسی و مهندسی سیستم ها ارائه می شوند که اکثراً اختیاری بوده و اهمیت کافی به آموزش آنها داده نمی شود. همچنین بحث های اجتماعی فعالیت های مهندسی عمران به طور کلی مسکوت گذاشته شده است.
 - توازن منطقی بین گرایش های مختلف مهندسی عمران وجود ندارد. در عمران اساساً آموزش ها و دروس سازه ای بوده و گرایش های چون آب، محیط زیست، خاک و راه و ترابری به دلیل عدم سرمایه گذاری مناسب، مورد بی مهری و بی توجهی هم از سوی اساتید و هم دانشجویان قرار می گیرند.
 - فضاهای آموزش عملی و ارزیابی کاربردی نتایج همچون آزمایشگاه ها و همچنین سایت های کامپیوتری محدوده بوده و اساتید اغلب به ارائه مطالب تئوریک بسنده می نمایند. همچنین محدودیت فعالیت های بازدیدی و امکان همکاری با صنعت هرچه بیشتر

- دانشجویان را از فضای عملیاتی رشته مهندسی عمران بیگانه و جدا نموده است.
- علیرغم پیشرفت‌های صورت گرفته متأسفانه همچنان تأکید بر شیوه‌های سنتی آموزش و ارزیابی دانشجویان می‌باشد که انگیزه کافی را برای درک مفاهیم و تلاش برای یافتن موضوعات جدید در دانشجویان ایجاد نمی‌نماید. همچنین فضاهای آموزشی نیز از استانداردهای دنیای روز بی‌بهره‌اند.
 - علیرغم اهمیت دروس پایه در درک فرآیندهای مهندسی و تصمیم‌سازی در شرایط مختلف و ایجاد خلاقیت مهندسی، این دروس به صورت گذرا ارائه شده و علاقمندی کافی را برای دانشجویان ایجاد نمی‌نمایند.

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در دنیای امروز با پیچیدگی‌های متنوع آن و تغییرات چشمگیر و سریع، رویکردهای قبلی در آموزش مهندسیین جوابگو نمی‌باشد. امروزه مفاهیم پایداری و موارد مشابه آن استفاده از دانش فنی صرف را با مشکل مواجه ساخته و خلاقیت و نوآوری مهندسان در برخورد با مسائل جدید را طلب می‌نماید. در دنیای مهندسی امروز، تفکرات عمودی و یکسویه کارآیی لازم را نداشته و اثرگذار و موفقیت‌آمیز نیستند مگر اینکه شیوه‌های فکری متناسب با شرایط موجود تغییر نموده و تفکر چند سویه و افقی را جایگزین نمایند. در دنیای امروز باید مهندسیین را به نحوی آموزش داد تا بتوانند به راه‌حل‌های مختلف و بعضاً نامتعارف فکر کنند تا در نهایت بتوانند براساس آنها راه‌کارهای کاربردی و بهینه را برای بهبود سطح زندگی و رفاه بشری که متاثر از فعالیت‌های مهندسی است، ارائه دهند. برای نیل به این هدف هر سه رکن آموزش مهندسی یعنی دانشگاه، استاد و دانشجو باید جایگاه خود را شناخته و تفکری متناسب با رویکرد هالیستیک را ایجاد و پیاده‌سازی نمایند. بر این اساس توجه به فرآیندهای مختلف در کنار خروجی‌های سیستم آموزشی موجب انتقال تفکر سیستمی به جامعه می‌گردد. در چنین انتقال سیستم فکری، دغدغه‌های آموزشی و مهندسی به فرصت‌های برخورد خلاقانه با مسائل چندجانبه تبدیل می‌شوند.

مراجع

- 1-Rogers, P.P., (2008), "Problems with Civil and Environmental Engineering Education in the U.S.", *Journal of Contemporary Water Research & Education*, 139, 3-5.
- 2-Grasso, D., Burkins, M.B., Helble, J., Martinelli, D., (2008), "Dispelling the Myths of Holistic Engineering", *The magazine of professional engineers*, 27-29.
- 3- Barger, M., Hall, M.W., (2000), "Sustainability in Environmental Engineering Education"
- 4- کارآموز، م.، (1373)، "روابط و عوامل انسانی در مدیریت منابع آب"، *مجله آب و توسعه*، 2 (4)، 23-29.
- 5- Nguyen, D.Q., Pudlowski, Z.J., (2005), "Environmental Engineering Education in an Era of Globalisation", *Global Journal of Engineering Education*, 9 (1), 59-68.
- 6- Buckeridge, J.S., (2000), "A Y2K Imperative: the Globalisation of Engineering Education", *Global Journal of Engineering Education*, 4 (1), 19-24.
- 7- Woods, D.R., Felder, R.M., Rugarcia, A., Stice, J.E., (2000), "The Future of Engineering Education III. Developing Critical Skills", *Chemical Enginee. Education*, 34(2), 108-117.