

## Reviewing Priorities for Engineering Education In the New Millennium

### مرور بر اولویت های آموزش مهندسی در هزاره سوم

#### حبیب الله بیات

استاد دانشکده مهندسی عمران

دانشگاه صنعتی امیرکبیر

[byatt@aut.ac.ir](mailto:byatt@aut.ac.ir)

#### صدف نظافت خواه

دانشجوی تحصیلات تکمیلی

دانشگاه صنعتی امیرکبیر

[sadafnez@aut.ac.ir](mailto:sadafnez@aut.ac.ir)

#### چکیده

تحولات اقتصادی/اجتماعی در سالهای پایانی هزاره دوم زمینه ساز ورود مهندسين به گستره جدیدی از اندر کنش های بین دیدگاههای فنی - اقتصادی گردید که ساماندهی به آنها نیاز به تفکرات خلاق مهندسی دارد. از طرفی در شرایط کنونی، برنامه های آموزشی فاقد پتانسیل آموزشی لازم برای تقویت توان خلاقیت در دانش آموختگان، به نحوی که بتوانند بطور شایسته ای به مسئولیت های حرفه ای خود عمل کنند، می باشد. در این مقاله با اشاره به اولویت های آموزشی غیرقابل اجتناب در چنین راستائی، تلاش شده است تا زمینه برای ارتقاء برنامه های آموزشی در دست بازنگری در مدرسه های مهندسی، فراهم گردد. اولویت های آموزشی مورد نظر شامل **پرورش تفکر خلاق، مهندسی در خدمت تحول، منطقی نمودن هزینه های تولید** می باشند که هر یک با ارائه برخی مثال های حرفه ای در این نوشتار، ساده سازی مفهومی شده اند. در پایان جمع بندی شده است که در صورت گنجانده شدن دروسی که این اولویت های استراتژیک برنامه ای را محقق کنند است که می توان امیدوار بود دانش آموختگان علوم مهندسی بتوانند در هزاره سوم نیازهای زیربنائی برنامه های توسعه اجتماعی/ اقتصادی را برآورده سازند.

واژه های کلیدی: برنامه ریزی، ارتقاء کیفیت، آموزش مهندسی

Keywords: Planning, Quality promotion, engineering education

## مقدمه

تحولات گسترده در نظام های اقتصادی/ اجتماعی جهان در سال های پایانی هزاره دوم موجب گردید تا بسیاری از زیرساخت های آن نظام ها - که آموزش عالی یکی از آنهاست - دستخوش تغییراتی گردند که نموده های آن در بین دانشگاهیان ما نیز کاملاً آشکار است. یکی از این نموده ها احساس ضرورت برای اصلاح برنامه های آموزشی در برخی از گرایش های مهندسی برای سال های آینده و متناسب با نیازها است که تقریباً در تمامی دانشگاه های کشور برای تحقق اهداف آن تلاش هائی صورت می گیرد. از آنجا که در فرآیند برنامه ریزی همواره یک سؤال کلیدی مطرح می گردد که "اولویت های آن برنامه چه می باشد؟" لذا با توجه به زمینه این گردهمایی، تلاش می کنم تا چنان سئوالی را در ارتباط با آموزش مهندسی، در این فرصت پاسخ دهم. روی سختم در آنچه که متعاقباً خواهد آمد، فقط به دانشگاهیان یا برنامه ریزان نخواهد بود. تمامی ارکان جامعه مهندسیین از منظر رسالتی که در نیل به اهداف توسعه در هرکشوری دارند، مورد نظر خواهند بود و بحث را چنان دنبال خواهم کرد که هر مهندسی آنرا در ارتباط با کار خود بیابد.

## جایگاه مهندسی در توسعه اقتصادی/ اجتماعی

برای ورود به بحث اولویت ها در آموزش مهندسی، ناگزیر بایستی مروری گذرا بر جایگاه این شاخه نسبتاً پیچیده از علوم داشت. بر این باورم که اهمیت این شاخه از دیرباز برای ایرانیان با انگیزه و پُرتوان آشکار بوده و مستندات فراوانی هم می توانم برای اثبات آن ارائه کنم. لیکن در این فرصت کوتاه، انحراف از مسیر بحث اصلی جایز نبوده و نشان دادن گستره توانمندی های مهندسی در ایران باستان، نیاز به نشستی دیگر دارد. از دیدگاه برنامه ریزی، مهندسی با هرهدفی که صورت گیرد (زیرساخت های فیزیکی، تولیدات صنعتی، آورده های معیشتی، نموده های زیست محیطی، ...) یکی از امور زیربنائی برای توسعه تلقی می گردد. بدیگر سخن برای رسیدن به یک تراز مفروضی از توسعه اقتصادی/ اجتماعی، ناگزیر باید برخی عملیات زیربنائی چون تأمین آب و برق، ساختمان های آموزشی و پژوهشی، کارخانجات تولیدی، بهداشت و درمان، ... را قبل از پیاده سازی خطوط اصلی برنامه توسعه، به اجرا برد تا راه برای اجرائی کردن آن خطوط برنامه ای، باز شود. ولی باید عنایت داشت که گرایش های مختلف مطرح در مهندسی، نمی تواند هدف برنامه های توسعه باشد. نمی توانیم بگوئیم که سد می سازیم تا توسعه یافته تلقی شویم! فعالیت های مهندسی عمران تماماً چنین طبیعتی را نشان می دهند. خانه می سازیم، بیمارستان می سازیم، سیلو و راه آهن می سازیم تا امکان رشد و شکوفائی اقتصادی فراهم گردد. همین و بس. در دیگر شاخه های مهندسی چون مکانیک، نفت و شیمی، برق و الکترونیک، ... نیز موضوع همانگونه است که برای مهندسی عمران عنوان شد. لیکن چون نموده های فعالیت در مهندسی عمران گویاتر و مفهوم تر می تواند به این بحث مختصر سمت و سو دهد، بهمین جهت در ادامه روی سخن در تمثیل ها نموده های فعالیت مهندسی عمران خواهد بود. شایان یاد آوری است که اشاره به اینکه دستاوردهای مهندسی (در کلیه زمینه ها) نمی توانند هدف برنامه های توسعه اقتصادی/ اجتماعی باشند، سرسوزنی از اهمیت آنها نمی کاهد. تا این کارها انجام نشود، توسعه ای محقق نخواهد شد. وجود این گونه زیرساخت هاست که بستر مطمئن شکوفائی اقتصادی/ اجتماعی را فراهم می آورد. در بیان لطیفی از موضوع، می توان توسعه را همچون گلی فرض کرد که در گلدان دستاوردهای مهندسی قادر به زندگی است.

## برنامه ریزی آموزش مهندسی در شرایط کنونی

مهندسی عمران را بدون تردید باید یکی از زیرساخت های اصلی توسعه یافتگی جوامع دانست. از طرفی، نقش کلیدی کارهای عمرانی در زندگی امروزی و افتخار آفرین بودن انجام پروژه های عمرانی برای مدیران، انگیزه ای بوده تا دستاوردهای فعالیت های عمرانی حتی برای تحقق اهداف دیگر شاخه های مهندسی، بیشتر مورد اشاره در رسانه ها باشند. البته از آنجا که پروژه های عمرانی، عموماً مستلزم مطالعات چندتخصصی (Multidisciplinary) هستند و با همکاری و همفکری کارشناسان رشته های علمی مختلفی چون هواشناسی، زمین شناسی، آب، محیط زیست، اقتصادی، اجتماعی و گرایش های مختلف مهندسی عمران چون راه، ژئوتکنیک، سازه، هیدرولیک، مدیریت ساخت، زمین لرزه و مصالح انجام می شود، بنابراین از انصاف بدور است که اثرگذاری صاحب نظران رشته های علمی غیر مهندسی را در این نوع پروژه های بسیار پیچیده نادیده گرفت. لیکن چه در طراحی و چه در اجرا، غالباً پروژه های عمرانی توسط کسانی می تواند به انجام برسد که دیدی قوی در زمینه های ساخت و ساز ابنیه داشته باشند. و تردیدی نیست که مهندسیین عمران را هم برای پیدا کردن دیدی قوی در زمینه های ساخت و ساز تربیت می کنند. در نظام آموزش عالی ایران، هموزن با دروس عمومی مهندسی چون مکانیک و دینامیک جامدات/ سیالات دروسی تخصصی هم دیده شده تا دانش آموخته این شاخه در سطح دوره کارشناسی، از بارگذاری های خاصی که بر انواع مختلف سازه ها می شود، آگاه باشند. به عنوان مثال

روابط تنش- کرنش در سدها علاوه بر بارهای استاتیکی و دینامیکی متعارف در تمامی آن سازه ها، شامل یک بخش بسیار پیچیده بارگذاری های هیدرودینامیکی هم می شود و مهندس عمران ناگزیر از یادگیری راهکاری آنالیز آنها می باشد. علاوه بر آنچه که به بارگذاری مربوط می شود، آشنائی دانشجویان مهندسی عمران با زمینه های طراحی معماری یا تعریف هندسه سدها نیز مورد توجه بوده و درس سدهای خاکی (بعنوان پیش درآمدی بر اصول شکل دهی سدها) نیز در دوره کارشناسی تعریف شده است. با تعمیم این مثال به سایر گرایش های مهندسی چنین نتیجه می شود که از آنجا که دوره کارشناسی را در برنامه ریزی آموزشی، دوره ای عمومی تلقی می کنند، لذا در غالب گرایش های مهندسی، بحث های تفصیلی به تحصیلات تکمیلی انتقال داده شده است.

### اولویت های آموزشی برای مهندسی در هزاره سوم

هزینه بر بودن اجرای پروژه های مهندسی، سبب شده توجه به بحث توجیه پذیری اقتصادی پروژه ها در کنار بحث توجیه پذیری فنی آنها، از جایگاه ویژه ای برخوردار باشد. نمونه بارزی از پروژه های عمرانی در کشور، ساخت سدها هستند، این سازه ها - حتی آن سدهائی که کوچک تلقی می شوند - سازه هائی سنگین و حجیم بوده و نقش مهندسیین عمران در ایمن سازی آنها از یکسو و توجیه پذیری اقتصادی آنها از سوی دیگر نسبت به سایر سازه های مطرح در مهندسی عمران کلیدی تر است. هر دو نمود یاد شده یعنی ایمن سازی و توجیه پذیری اقتصادی سدها در جریان تحولات اقتصادی/ اجتماعی سالهای اخیر، به بازبینی های ساختاری از دیدگاه آموزشی نیاز دارند. بدیگر سخن در نگاه کلان، باید مهندسیین را مجهز به ابزار علمی جدیدی کرد تا بتوانند بیش از پیش در عرصه رقابت های فشرده کنونی، به مسئولیت های حرفه ای خود جامعه عمل ببوشانند. آنچه که ذیلاً مورد اشاره قرار می گیرد، در راستای تأمین چنان ابزار علمی ای می باشد که اعتقاد دارم به کمی تغییر صورت ظاهر آنها، کاربرد در دیگر زمینه های مهندسی هم دارند.

### § پرورش تفکر خلاق (Fostering Creativity): احتمالاً فکر همگانی بودن نبوغ در بین دانش آموختگان مهندسی را اولین

بار روسها در اوائل هزاره دوم مطرح کردند و بر پایه آن تغییر در برنامه های درسی دوره های مهندسی را ضروری دانستند. در نیمه های هزاره دوم (دهه 60- 1950) غربی ها برخی از نموده های آموزشی معروف به TRIZ در بین اندیشمندان روسی را سرقت کرده و در دانشگاه های منتخب و تراز بالای خود پیاده سازی کردند. در این مشی آموزشی، دانشجوی مهندسی چندان تربیت می شود که در برخورد با مسائل مهندسی، روش اقتباس و کپی برداری از کارهای دیگران برایش در اولویت آخر باشد. به او نشان داده اند و اثبات کرده اند که برای هر مسئله مهندسی، قطعاً بیش از یک راه حل وجود دارد. بنابراین دانش آموخته برنامه آموزشی TRIZ اطمینان دارد که می تواند بسیاری از مفاهیم متعارف در کارهای مهندسی را به چالش بکشد. شماری از مثال های کاربردی در این راستا در دوره ای که برای آشنائی دانشجویان دانشگاه صنعتی امیرکبیر در چندسال قبل تشکیل گردید و در آن یک خانم پورفسور از دانشگاه سن پترزبورگ روسیه تدریس کردند، مطرح شد که اگر فرصت می بود به آنهاهم اشاره می کردم. ولی چون تقلید از غربی ها امروزه بیشتر مُد می باشد، ترجیح می دهم برای این مورد هم از یک مثال انگلیسی استفاده کنم. انگلیس ها در نخستین نشست از کلاس های آموزشی TRIZ اشاره به یک نمود خلاق از دانشجویی از دانشگاه کمبریج می کنند. این دانشجو (Frank Whittle) که بعدها مفتخر به دریافت لقب عالیجناب (Sir) از ملکه انگلیس هم گردید در دوره کارشناسی خود برای حل مسئله افزایش سرعت هواپیماها بدنبال راه حلی در ورای اصلاح موتورهای سیلندر و پیستونی با آرایش ستاره ای که بصورت فراگیر مورد استفاده در صنعت هواپیماسازی بود، افتاد. او فکر می کرد باید این مسئله راه حل های دیگری هم داشته باشد. تا اینکه در درس ترمودینامیک خود با اصول کار توربین های گاز برای نیروگاههای برق آشنا شد. آنگاه با خود اندیشید که چرا نمی توان از توربین گاز برای پیش بردگی هواپیما استفاده کرد؟ و جالب است بدانید که در همان دوره کارشناسی بود که وی توانست طرح موتور جت را به ثبت برساند و چند سال بعد هم با سرمایه گذاری نیروی هوائی انگلستان، موفق شد نمونه ای از آنرا ساخته و آزمایش کند. طی زندگی نسبتاً طولانی عالیجناب مهندس ویتل، فقط همین یک نمود از خلاقیت وجود دارد و بس. بنابراین نمی توان او را فردی با پتانسیل های فکری استثنائی همچون بوعلی سینا دانست. او یک مهندس معمولی با توان فکری معمولی بود که باور داشت برای هر مسئله مهندسی بیش از یک راه حل وجود دارد.

این نخستین اولویت آموزشی است که در این همایش پیشنهاد گنجاندن آنرا به تمامی مدرسه های مهندسی می کنم. بیائیم در برنامه های آموزشی مهندسی، درس آشنائی با TRIZ را بگنجانیم. اطمینان قاطع دارم که دانشجوی باهوش و پشتکاردار ایرانی بمراتب بهتر از همکلاسی های غربی یا شرقی خود می تواند از پتانسیل های خلاق خود استفاده کند. مشروط بر آنکه او را بدرستی

هدایت کنند و ابزار علمی این طرز تفکر را در اختیارش قرار دهند. چند تجربه از بکار گیری اصول آموزشی TRIZ در دانشکده عمران دانشگاه امیرکبیر راهم برایتان نقل می کنم تا انبساط خاطی برایتان باشد. چندسال قبل در یکی از کلاس های دوره کارشناسی ارشدم، بدانشجویان پیشنهاد کردم که امتحان پایانی ترم با یک روش نوظهور بدهند. سئوالات امتحان یک هفته قبل از جلسه امتحان در بین دانشجویان توزیع شود تا ایشان فرصت داشته باشند در طول آن یک هفته از هر مرجع، کتاب، استاد و ... کمک بگیرند و پاسخ نامه را تکمیل کرده بازگرداند. سئوالات فقط از مطالب تدریس شده در همان کلاس و بر پایه جزوه درسی همان دانشجویان طرح می شد. جالب است بدانید که 100% دانشجویان در این امتحان مردود شدند. چرا؟ چون دانشجویان مهندسی ما فقط کپی برداری را یاد می گیرند و اگر سئوالی چنان طرح شود که پاسخ آن در کارهای قبلی نباشد، دانشجوی مهندسی ما آنرا بلاجواب می گذارد. این واکنش دانشجو در امتحانی با سیاق TRIZ را نمی توان ناشی از ناتوانی علمی وی دانست. بعکس این نشان دهنده ضرورت توجه به اصول پرورش تفکر خلاق در برنامه های آموزشی مدرسه های مهندسی است. این همان اولییتی است که پیشنهاد می کنم در هزاره سوم در برنامه آموزش عالی ما بایستی وارد شود. یک مثال اجرایی هم آماده دارم که با اتکا به همین روش تفکر خلاق انجام شده و تمامی بن بست ها را در زمان خودش از بین برد. لیکن چون وقت اجازه نمی دهد، طرح آنرا به نشست دیگری موکول می کنم.

§ **مهندسی در خدمت تحول (Engineering for change):** دومین اولییتی که در آموزش مهندسی ما جای خالی دارد، نشان دادن اصول مربوط به مهندسی در خدمت تحول است. من در طلایع سخنانم اشاره به تحولات گسترده اخیر کردم و یادآور شدم که موتور محرک برای این بحث تعیین اولویت های جدید آموزش مهندسی هم همین تحولات هستند. اینک قصد دارم کمی در ژرفای این بحث وارد شوم. در تفکرات متعارف مهندسی قدیمی، فرض بر آن است که در بین دو صف مقابل هم که یکی مهندسی و دیگری تحول است، همواره غلبه و چیرگی با مهندسی است، بزبان بسیار ساده، تحولات در پشت سر دانش مهندس جلو می رود. در صورتی می توان یک تحول در یک سیستم ایجاد کرد که دانش مهندسی آنرا امکان پذیر بداند. مثلاً در یک مورد بسیار دور از ذهنی همچون مهندسی خودرو، در صورتی می توان تحولی در سرعت اتومبیل و رساندن آن به سرعت نور ایجاد کرد که دانش مهندسی آنرا امکان پذیر بداند. ما همه دقیقاً اینگونه فکر می کنیم. چون ما را اینگونه تربیت کرده و پرورش داده اند. در دنیای مدرن کنونی دیگر این گونه باورها خریداری ندارد. دیگر به مهندسی اجازه نمی دهند که نقش پیشرو را در تحولات بعهده داشته باشند. اکنون اصالت با تحولات است. در تلقی غربی آن، تحولات اقتصادی است که تعیین کننده شده اند. انگیزه تحولات هر چه که باشد، اینک باید مهندسی دنباله رو تحولات باشند و دانش خود را با آن سازگار سازند. به عنوان نمونه اگر تحولات اجتماعی/ فرهنگی/ اقتصادی/ سیاسی و... ایجاد می کند که در یک ساختگاه بالقوه نامناسب یک سد بزرگ احداث شود، مهندس سدساز نباید بگوید که امکان احداث سد در این ساختگاه وجود ندارد. بلکه باید برود و راهکار لازم را پیدا کند و بگوید چگونه می شود آن سد بزرگی که لازمه چنان تحولاتی است را ساخت. بسیاری از مهندسیین عمران خاطراتی شیرین از مهندس حامی دارند. ایشان تا دقایق واپسین حیات پرثمر خود، دانشجویان سابق را بحضور می پذیرفتند و از ارائه طریق، دریغ نداشتند. ایشان با اعتقاد راسخ به این اصل دنباله روی مهندسی از تحولات، همواره یادآور می شد که **"نگوید نمی شود، بگوئید چگونه می شود!"** اگر این مهم را در پروژه درسی، در کلاس های دانشگاهی و در کارهای حرفه ای بتوانیم بکار بگیریم، آنگاه محصولات مهندسی برای خود ما مهندسیین خیلی دلنشین تر و دوست داشتنی تر خواهند بود. یک مثال حرفه ای از کارهای سدسازی خودم برایتان نقل می کنم تا بهتر موضوع توجیه شود. در ساختگاهی با استعدادهای توسعه اقتصادی چشم گیر، شرط وقوع تحول اقتصادی/ اجتماعی، در ساخت سدی مخزنی بر روی رودخانه ای تعیین شده بود. برنامه ریزان توسعه اقتصادی/ اجتماعی، اینگونه نسخه نوشته بودند و تجویز کرده بودند. مشاور هم رفته بود و تمام طول رودخانه را در بازه ای که قابل سدسازی باشد بررسی کرده بود ولی دلیل وجود محدودیت های بسیار جدی زمین شناسی، ساخت سد مخزنی بر روی آن رودخانه را ناممکن تشخیص داده بود. بنابراین پاسخ مشاور به برنامه ریزان یک **"نه"** بسیار غلیظ بود! بدیگر سخن، به برنامه ریزان اطلاع داده شد که اجرای طرح تحول اقتصادی/ اجتماعی مفروض شما در این محدوده ناممکن است. ولی پاسخ می توانست چیز دیگری باشد. اگر برنامه ریزان، تحول را ضروری دیده و آنرا در گرو تأمین آب با احداث یک سد مخزنی تشخیص داده اند، مهندس عمران دلسوز پاسخ **"چگونه می توان سد ساخت"** را می دهد. راه حل مسئله در این ساختگاه دشوار از دیدگاه زمین شناسی، در همان زمین شناسی مشکل آفرین نهفته است. با احداث زنجیره ای از سدهای کوتاه پیاپی که در مخزن آنها رسوبات دانه درشت انباشته شده و آبخوانک های مصنوعی برای ذخیره سازی سیل از یکسو و تأمین پایداری

سراسیب ها از سوی دیگر را امکان پذیر کند، می توان نیازهای برنامه توسعه به آب را ارضاء کرد. اگرچه این یک راهکار متعارف و متداول نیست، ولی در راستای تفکر مهندسی در خدمت تحول می باشد.

#### § منطقی نمودن هزینه های ساخت و ساز (Cost justification): بسیاری از مهندسين عمران عادت کرده اند که کاستن

از هزینه های ساخت و ساز را روی دوم سکه ای بدانند که در روی اول آن کیفیت نقش شده است. بدیگر سخن، برای کاستن از هزینه های ساخت و ساز، ناگزیر باید کیفیت را قربانی کرد. این دقیقاً خلاف آن جهت گیری است که در آموزش فنون مهندسی ارزش مطرح می شود. نشان داده شده که واقعاً بدون قربانی کردن کیفیت هم می توان هزینه های ساخت و ساز را کاهش داد. چگونه؟ این همان ضرورتی است که باید در برنامه های آموزشی مهندسی عمران دیده شود و به دانشجویان - ضمن ارائه مثال های متعدد و قابل لمس - اثبات شود که کاستن از هزینه ها لزوماً بمعنی از دست رفتن کیفیت نیست. در راستای کاهش هزینه های ساخت و ساز بدون آفت کیفیت، آنچه که بصورت منطقی انجام می شود، نوعی ارزیابی کارکرد می باشد تا نشان داده شود که در یک سیستم مفروض از فعالیت های ساخت و ساز چه مواردی غیرضروری و یا کم توجهی می باشند. بدیگر سخن، اگر بتوان آن کارکردهای (Functions) کم ارزش و کم بازده در سیستم را شناسائی و حذف کرد، آنگاه معادل هزینه های متناظر با اجرای آن کارکردها، می توان صرفه جوئی داشت. این ارزیابی ها را در گستره مهندسی مدرن با واژگان مهندسی ارزش می شناسند که در سالهای رکود اقتصادی پس از جنگ دوم جهانی شکل گرفته و اینک در اوج شکوفائی خود در کشورهای پیشرفته می باشد. قصد ندارم در این فرصت محدود به معرفی فنون مهندسی ارزش بپردازم. فقط به همین نکته اشاره کنم که در اغلب پروژه های عمرانی با پایه های طراحی و آنالیز بسیار قوی، می توان در حدود 30% هزینه های اجرا و بهره برداری را با بکارگیری فنون مهندسی ارزش کاهش داد. بدیهی است رقم مذکور برای پروژه های بدون پایه مهندسی مطلوب بسیار بزرگتر خواهد بود.

ذکر یک مثال بسیار ساده از فعالیت های ساخت و ساز درون شهری کوچک (ساختمانهای مسکونی شش یا هفت طبقه) می تواند کمک به درک بهتر موضوع کند. مهندسينی که تجربه ای در این زمینه داشته باشند بخوبی آگاهی دارند که در روش متداول مسقف سازی اغلب ساختمانهای کوچک از تیرچه و بلوک استفاده می شده است. با تیرچه بعنوان یک المان باربر در این فرصت کوتاه نمی توانم کاری داشته باشم. ولی بلوک ها مگر نه اینکه یک عنصر پُر کننده بیش نیستند، پس چرا باید از بتن (بلوک های بتنی) یا سفال با ساخته شده باشند؟ وزن قابل توجه این بلوک ها موجب تمرکز جرم در ارتفاع و افزایش هزینه های مقاوم سازی در برابر بارهای استاتیکی و زمین لرزه نمی شود؟ اگر بتوانیم از بلوک های ساخته شده از یک ماده پرکننده بسیار سبک استفاده کنیم، کاهش هزینه در این پروژه های کوچولو نخواهیم داشت؟

در این مثال بسیار ساده کارکرد بلوک، که پُر کردن فضای خالی بین اجزاء باربر سقف می باشد را شناسائی کرده ایم و با اتکا به یک ماده پرکننده جایگزین توانسته ایم سه قلم صرفه جوئی را بوجود آوریم:

کاهش هزینه خریداری حمل و نصب بلوک ها بتنی / سفالی

افزایش سرعت اجرا (بمعنی کاهش هزینه های پرسنلی)

کاهش هزینه های مقاوم و پایدار سازی اسکلت ساختمان با سبک سازی سقف ها

مثال ها برای کارهای سدسازی کمی پیچیده تر می شود. در دانشکده مهندسی عمران دانشگاه صنعتی امیرکبیر در سالهای قبل شماری از این پروژه ها را در قالب پایان نامه های کارشناسی ارشد به اتمام رسانیده ام که اگر از بین حضار کسی علاقمند به آگاهی از آنها باشد، می توانم راهنمایی کنم که چگونه به آن دسترسی پیدا کنند. مهندسی ارزش اس - شفت های سد کارون سه، مهندسی ارزش حوضچه آرامش سد ماملو، مهندسی ارزش مدیریت مصالح ساختمانی در سدهای سیاه بیشه، مهندسی ارزش برنامه اجرایی در سد اُستور نمونه هایی از پروژه های دانشجویی در همین راستا می باشند.

#### § هموزن سازی مجدد برنامه آموزشی (Re-balancing the educational program): برنامه های آموزشی در

مهندسی عمران بعلمت طبیعت ویژه ای که این شاخه از علوم مهندسی دارد، از کلان- بخش هایی تشکیل می شود که بطور غیرمستقیم، پیشتر هم به آن اشاره ای داشتیم. ضرورت آشنائی دانش آموختگان مهندسی عمران با مسائل پی سازی و مصالح خاکی، توجه کننده حضور دروس ژئوتکنیکی (همچون مکانیک خاک و سنگ، زمین شناسی مهندسی، پی سازی، تونل سازی و ...) در برنامه های آموزشی بوده است. در کلان- بخش های دیگر چون سازه، زمین لرزه، آب و محیط زیست، مدیریت، ... هم متناسباً دروسی در برنامه های آموزشی هزاره قبل گنجانده شده بوده که وزن دهی به آن بخشها با رعایت استراتژی های حاکم بر برنامه های

آموزشی مهندسی عمران در همان هزاره، تعیین گردیده بوده است. تردیدی نیست که با تعریف سقفی مفروض از تعداد واحدهای درسی ای در هر مقطع تحصیلی دانشجو باید بگیرد، نمی توان تمامی اهداف تعریف شده در استراتژی مذکور را تحقق بخشید، لیکن می توان با هموزن سازی کلان بخش ها (بویژه در دوره کارشناسی) پتانسیل های ذهنی دانشجو را ساماندهی منطقی کرد. اینک در آغاز راهی نوین برای مهندسی در هزاره سوم هستیم. بازنگری بنیادین در استراتژی های آموزش مهندسی که به تبع تغییر در استراتژی های توسعه در کشور، ضرورت یافته ایجاب می کند تا نوعی هموزن سازی مجدد کلان - بخش ها در برنامه آموزشی صورت گیرد. به این منظور لازم است شوراهای برنامه ریزی آموزشی مدرسه های مهندسی، چگونگی تأثیرگذاری هر یک از کلان - بخش ها را بر توانمندی های حرفه ای آتی دانشجو ارزیابی کرده و متناسباً واحدهای مورد نیاز را تعریف کنند. برای روشن تر شدن موضوع می توان از یک مثال کمی غیرمهندسی استفاده کرد. در هزاره دوم، آموزش زبان برنامه نویسی، یا زبان دوم (انگلیسی، فرانسه، ... ) بعنوان دروس عمومی، ضرورت حضور در برنامه های دوره کارشناسی مهندسی داشتند. در هزاره سوم و با فراگیر شدن چنان آموزش هایی در دوره های پیش دانشگاهی و با اتکاء به آزمون های استاندارد (همچون GRE یا TOEFL / IELTS) دانشجویی را واجد شرایط برای ورود به دوره های مهندسی - در هر مقطع مفروضی - دانست که توانمندی لازم در این زمینه ها را داشته باشد. بنابراین وزن چنین دروسی در برنامه آموزشی جدید صفر خواهد شد. بعکس با ظهور و گسترش روزافزون کامپوزیت ها در کارهای ساخت و ساز در این سالها، دادن وزن بیشتر به دروسی که رفتار و خواص کامپوزیت ها را بیان کنند، در مهندسی عمران الزامی است.

### جمع بندی و نتیجه گیری

ضرورت های توسعه اقتصادی / اجتماعی کشور ایجاب می کند دانشگاهیان بیش از پیش در راستای ارتقاء توان مهندسی، برنامه های آموزشی خود را مورد بازنگری قرار دهند. در چنین بازنگری هائی، اولویت های مورد نیاز خواهند بود که در این سخنرانی در نهایت اختصار به آنها اشاره شده است. اولویت های آموزشی مورد نظر شامل **پرورش تفکر خلاق، مهندسی در خدمت تحول، منطقی نمودن هزینه های ساخت و ساز** می باشند که تمامی آنها ذهنیت مدیریتی و حل مشکل (Trouble shooting) را در دانش آموختگان مدرسه های مهندسی تقویت خواهند کرد.

با تلاش هایی که در سالهای اخیر در زمینه کارآفرینی هم در کشور صورت گرفته - و مهندسین می توانند نقشی تعیین کننده در تحقق اهداف آن داشته باشند - همراه با بازنگری های پیشنهادی در امور آموزشی مهندسی، می توان امیدوار بود که در سالهای آتی شکوفائی بیش از پیش از این بخش زیربنائی توسعه کشور را شاهد باشیم.

### References for further readings:

1. Carlson, R. V. and G. Awkerman (۱۹۹۱) "Educational Planning: Concepts, Strategies and Practice" Addison-Wesley Publishing Co, Reading, Massachusetts
2. Hallak, J. and F. Calloids (۱۹۹۵) "Educational Planning: The International Dimension), International Bureau of Education, International Institute for Educational Planning, Cambridge University, UK
3. Kaufman, R., J. Herman, K. Watters (۲۰۰۲) "Educational Planning: Strategic, Tactical and Operational" Rowman and Littlefield publishers, New York
4. Teichler, U., J. Enders and O. Fulton (۲۰۰۷) :Higher Education in Globalizing World, Springer Publishers, London, UK