

تحقق چشم انداز 1404 با نگرش سیستمی آموزش مهندسی

عبداله - صدری

عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی امیر کبیر

[Email:asadri@aut.ac.ir](mailto:asadri@aut.ac.ir)

چکیده

مهندسين همانند ساير افراد جامعه در زندگي روزمره خود درگير مسائل مختلف مي باشند. روش حل خلاق مسائل و پياده سازي آن در يك سيستم يکپارچه آموزش مهندسي مناسبترين روش حل مسائل مهندسي است. مدل عمومي حل مسأله و پياده سازي آن در طول دوره آموزش چهارساله مهندسي با تأکید بر شخصیت خلاق مهندس و رعایت دیدگاه آموزش مهندسی خلاق، با نگرش سیستمی، ارائه شده است. سادگی شیوه آموزش پیشنهاد شده، سهولت و پرجاذبه بودن آن می تواند به سرعت مورد توجه قرار گیرد. برای دستیابی به اهداف آموزش مهندسی تا سال 1404 نیاز به اعمال تغییر در سیستم آموزش سنتی می باشد که مدل ارائه شده بدلیل انعطاف پذیری که دارد می تواند به عنوان مدل ملی برای آموزش تمامی حرفه های مهندسی مورد توجه قرار گیرد.

واژه های کلیدی: نگرش سیستمی، مهندسی و خلاقیت، آموزش مهندسی، حل خلاق مسأله

مقدمه:

در جوامع بشری دانشگاهها به نهادهای سنت دوست معروف شده اند. حتی دانشگاههای جدید نیز تلاش دارند تا هاله ای از قدمت به دور خود ایجاد کنند. امروزه با فشار جوامع صنعتی برای تغییر نظام های آموزشی، مفهوم جاری دانشگاهها به چالش کشیده شده است. نحوه مدیریت و استقلال دانشگاهها موجب شده تا در برهه کنونی برای ورود به دوران جهانی شدن، رقابت شدید دانشگاهها از یک طرف و تقاضای صنایع دانش محور، منجر به اعمال فشار برای تغییر روند آموزش دانشجویانی با توانایی خدمت در صنایع شده است. اعتقاد بر این است که استفاده منابع، بر اقتصاد ملی تأثیر گذار است و نحوه برخورداری از آن مستقیماً به آموزش مهندسی مربوط می شود. به این منظور برای مقابله با دنیای در حال تغییر مداوم و مقابله با رقابت های قرن بیست و یکم فراخوانی برای ارائه پیشنهادات آموزش مهندسی از طرف مؤسسه NSB شده است [۱]. سیاست های آموزش مهندسی برای هر یک از رشته ها، در نقشه راهی که تا سال 2020 را هدف دارد، تهیه شده است. در نقشه راه مربوط به سیاست های کلان آموزش مهندسی معدن، برای انطباق آموزش های آینده این نظام مهندسی دوره تحصیلات انعطاف پذیر^۱ پیشنهاد داده شده است [۲].

از اواسط قرن گذشته مسأله خلاقیت بطور جدی در جوامع مطرح شده و امروزه سر از آموزش های دانشگاهی در آورده اند. بطوریکه اکثر دانشگاههای معتبر دنیا روش های تفکر و حل مسائل خلاق را در برنامه های آموزشی خود گنجانیده اند و یا در راهبردها و اهداف راهکاری خود مطرح نموده اند [۳]. برای افزایش مهارت های دانشجویان، آموزش های حرفه ای در کارگاههای محلی یا معادن را در برنامه ها گنجانیده اند و برای ارتباط با صنعت سیاست های ویژه ای را بنیان گذاشته اند [۲]. برای تمامی تابستان دانشجویان برنامه های آموزش عملی

در نظر گرفته اند که زیر نظر نهادی ویژه در دانشگاه هدایت می شود. در برنامه های راهبردی دانشگاهها، موضوع توسعه فرهنگ عمومی جامعه را نیز

در ارتباط با آموزش های مهندسی تخصصی، مورد توجه قرار داده اند. چنین آموزش های جامعی از مدرسه شروع می شود و تا دانشگاه ادامه می یابد [۴]. هدف این نحوه آموزش کم کردن ریسک سرمایه گذاری صنایع آینده برای اخذ تصمیم در شرایط عدم اطمینان به اطلاعات است. سالها است که جوامع مختلف برای تغییرات سریع آینده آماده شده اند و برای مقابله با آن فرهنگ سازی کرده اند. این جوامع انسانها را در سطوح مختلف، برای عصر سنت گریزی آماده کرده اند. عصری با موضوعات جدید که هیچگونه روندی در گذشته صنعتی ندارد. اینان دوره خلاقیت اختیاری را با هدف شروع دوران خلاقیت اجباری پشت سر گذشته اند تا آماده گذراندن دوره تحولات آنی شوند. امروزه جهان آماده است تا هر روز نوآوری جدیدی در یکی از شاخه های خاص که به نیاز بشری مربوط می شود را شاهد باشد و از اینکه آینده در اختیار ایده های جدید و غیر قابل تصور است، تعجبی نخواهد کرد. چرا که جامعه، آماده تغییر روند اجتماعی، با پدیده های جدید شده است.

شکی نیست که ما نیز برای تحقق برنامه های 1404 نیاز به تغییر داریم. حرکت به شکل سابق هیچ راه پسندیده و معقولی نیست. برای دستیابی به این اهداف، می باید در آموزش مهندسی سنتی رایج کشور، تجدید نظر شود. توجه به نیاز صنایع و نقش آن ها در تجارت ملی، منطقه ای و فرامنطقه ای که رقابت جهانی را مدنظر داشته باشد، برای تعیین جایگاه آموزش مهندسیین جدید، الزامی است. برای مؤثر بودن در این حرکت نیاز به الگوی آموزش آینده است تا قادر شویم مهندسیین توانا و کارآزموده را برای مسائل آینده صنایع پیشرو در منطقه، تربیت کنیم. برای این منظور مدلی ساده ارائه شده است که اگر پروراند شود کارایی کافی برای تغییر در نظام مهندسی کشور خواهد داشت. جهان آماده شده تا دانشگاههای جدید با روش های متفاوت در آموزش را تجربه کند. دانشگاه های نوین در حال متولد شدن هستند. این دانشگاه ها فرق زیادی با دانشگاههای فعلی دارند. آموزش عالی در جهان آماده تحول است و تحقق اهداف 1404 نیز ما را اجبار به ایجاد تحول در سیستم های آموزشی، می کند. ما ناچاریم منتظر تحولات آینده در دانشگاههای کشور باشیم.

آموزش مهندسی در سال 1404

^۱ -Flexible curricula

دستیابی به سیاست های سند چشم انداز علم، فناوری و نوآوری جمهوری اسلامی ایران در افق 1404 خصوصا اهداف بندهای 3، 5، 14، 16، 19 و 20 و تحقق شاخص های کلان نقشه جامع علمی کشور [5] از طریق تغییر در نظام آموزشی کشور امکان پذیر است. چنین تحولی از طریق نهضت علمی که حاصل تغییر جهانی است بوجود خواهد آمد. همگام شدن با چنین تحولی نیاز به روش های آموزش عمومی در ابعاد و مقاطع مختلف دارد. آموزش مهندسی نیز می بایست متناسب با تغییرات شدید و روزافزون جهانی تغییر کند. برای رویارویی با این تحولات به مدل آموزشی مهندسی نیاز است. بنابر چنین اصولی، می باید آموزش های مهندسی سنتی تجدید نظر کلی شوند و یا به عبارت دیگر آموزش مهندسی در چنین شرایطی نیاز به "مهندسی مجدد" دارد. در این مدل می بایست جایگاه خلاقیت مهندس در حل مسائل خود تعریف و همگامی صنعت با آموزشهای مهندسی مشخص شود تا مهندسين بر اساس مهارت های مورد نیاز صنعت، تربیت شوند. در مدل سیستمی آموزش مهندسی، روش حل مسائل خلاق، محور آموزش تمامی حرفه ها معرفی خواهد شد و از این طریق مهارت های لازم در آموزش کلیه دروس و روش تدریس کسب می شود. مهندسينی که از طریق چنین تفکر خلاقانه ای آموزش ببینند مبتکرین آینده صنایع کشور خواهند بود.

تحولات آینده و آموزش های مهندسی

هیچ کس و یا سازمانی قادر نیست آینده را پیش بینی کند. آینده بخش متصل به امروز نیست، بلکه تکه ای جدا و متفاوت با امروز است. عصر آینده دوره منطق گریزی است و انسان های غیر معقول بر آن حکومت دارند. آنچه که امروز کارآمد است بی شک در آینده ناکارآمد خواهد بود [6]. اگر آینده چنین باشد پس می بایست خود را آماده تغییرات آتی نماییم. تغییر مداوم و موضوعاتی که با آن درگیر هستیم، با تحلیل پیوسته اطلاعات حاصل از عملکرد فرآیندها، میسر می شود. حفظ وضع موجود دیگر به هیچ وجه بهترین راه نیست که پیش پای ما قرار دارد [6]. گام برداشتن به سوی هدف، روش روشنی برای کسب

موفقیت است. آنچه برای رسیدن به هدف نیاز می باشد، برگزیدن روش و ابزار حرکت به سوی آینده است. انتخاب روش و ابزار مناسب، مخمضه یا مشکلی است که می بایست راه حلی برای آن یافت. یافتن راه حل مناسب برای مسائل پیش رو، در دنیای شدیداً رقابتی آینده، تنها با بهره گیری از خلاقیت امکان پذیر است. جوامع بسیاری خلاقیت را به عنوان کلید موفقیت و بقای آینده، در قالب "حل خلاق مسائل"، پذیرفته اند. امروزه روش های حل خلاق مسائل، بخشی از زندگی و عادات عادی اکثر مردمان شده است. اعتقاد بر این است که تا با روش های قبلی تفکر کنیم، غیر ممکن است موفق گردیم راهی متفاوت از رقبا برای کسب بازار و در نهایت موفقیت در رسیدن به هدف، بیابیم.

آموزش های سنتی

آموزشهایی قبل از دانشگاه استفاده از روشهایی که برای مسائل خوب تعریف شده و ته باز مناسب هستند را یاد می دهند. ادامه ارائه همین روال در دانشگاهها، منجر به پرورش مهندسين سنتی شده است. به عبارت دیگر در دانشگاهها روشهای تحلیلی را به دیگر روشها ترجیح می دهد. یعنی مهندسينی که وقتی به دنیای واقعی پا می گذارند قادر نیستند از مهارت های آموزش دیده خود، استفاده کنند. مسائل دنیای واقعی از نوع ته باز بوده و چندین جواب دارند. در جوامع صنعتی نیز به تبع از نوع آموزش های دانشگاهی، بیشتر تمایل به تفکر تحلیلی و تربیتی چپ مغز تاکید دارند. به این دلیل است که کمتر شاهد نو آوری در صنایع امروزی هستیم و فاصله دانشگاه و صنعت در جامعه امروزی حاصل چنین عدم توانایی هایی است. مهندسين می باید آموخته باشند تا در مواجهه با چنین شرایطی از راه حل های جایگزین، استفاده کنند [7]. دنیایی که امروز در آن زندگی می کنیم در عین تغییر و پیچیدگی، با مسائل دشوار بسیاری، مواجه است. برای حل آنها به مهارتهای تفکر خلاق، انتقادی و قابل انعطاف نیاز است تا بتوانیم از عهده رویارویی با مسائل برآمده و راه حل یابی کنیم. این روشی است که می توان با آن دنیای فیزیکی و محیط اجتماعی پیرامون خود را بهبود بخشید. آن هم بهبودی مستمر و رو به رشد، نه ساکن و راكد.

نیاز همگانی به حل خلاق مساله

حل خلاق مساله می تواند زندگی یکایک افراد را پر بار سازد. از این مهارت فکری می توان در خانه، محیط اجتماعی، فعالیت های اقتصادی و اصولاً هر اقدام دیگری که برای ما اهمیت داشته باشد، استفاده کرد. با بهره گیری از روش حل خلاق مساله برای یک نیاز یا مساله ای مشخص، ایده های جدید و راه حل های تازه ای را می توان خلق کرد. این ایده ها در اغلب موارد متفاوت از ایده هایی هستند که برحسب عادت یا با

بکارگیری راه حل های سنتی و یا از طریق تجربه و با پیش فرض، حاصل می شوند و مطمئناً از کیفیت بسیار بالایی نیز برخوردار هستند. با استفاده از روش حل خلاق مساله ما توانایی آن را داریم که تغییر را شناسایی کرده و آن را هدایت کنیم. ما می توانیم فضایی در محیط فعالیت و زندگی خود ایجاد کنیم که مشوق تفکر مبتکرانه و نوآورانه ما و اطرافیانمان باشد. پس درنگ جایز نیست از همین امروز می بایست دست بکار شد. اگر قصد تغییر نظام آموزشی را نداریم لافل باید درسهایی چون درست اندیشیدن یا تفکر و حل مسائل خلاق را در برنامه های آموزشی، قرار داد.

روش های حل خلاق مساله

از سال 1950 تاکنون استراتژی های بسیاری برای حل مساله از نوع خلاق مطرح شده است که شاید در راس آنها مدل آقای الکس آسبرن¹ باشد. آسبرن فرآیند حل خلاق مساله، در شرایط ایده آل را در سه مرحله حقیقت یابی، ایده یابی و راه حل یابی تقسیم می کند [3]:

پارنز² بر اساس تجارب 40 ساله خود به مدل آسبرن دو مرحله دیگر که مساله یابی و پذیرش راه حل می باشد را به ترتیب بین حقیقت یابی و ایده یابی و آخرین مرحله که راه حل یابی است اضافه می نماید [9].

تقریباً تمامی تکنیک های ارائه شده حل مسائل، تاکید بسیاری بر ترغیب و تشویق امر به جریان انداختن آزادانه افکار دارند. به این علت بوده که آن ها را حل خلاق مسائل نامگذاری نموده اند. مقایسه بین روش های حل مسائل نشان می دهد که در تمامی این روش ها می باید اصل واگرایی - همگرایی رعایت شود. توصیه شده است تا هر گام با واگرایی شروع و با همگرایی به اتمام برسد. از بین صدها روش حل مساله، تنها تعدادی مانند حل خلاق مساله³ (CPS)، تشبیهات⁴ (ساینک تیکز) و گریز اندیشی⁵ (تفکر جانبی)، بیش از دیگر روش ها مورد توجه قرار گرفته است. کارهای پژوهشی، بیشترین آمار بکارگیری روش های حل مسائل را به روش حل خلاق مساله اختصاص داده است و از آنجا که قدمت این روش نیز از دیگر روش ها بیشتر است، ماندگاری و ثبات این روش نیز از موثر بودن آن حکایت دارد. روش توسعه یافته اسبرن-پارنز و یا سایر روشهایی که گامهای پنج گانه اشاره شده را در بر می گیرند می توانند به عنوان روش حل خلاق مساله در نظر گرفته شوند. برای بهره گیری از بین روشها، می بایست روش مناسب انتخاب شود، تا برای امور مختلف عمومیت داشته باشد.

اگرچه "خلق ایده" در فرآیند حل مسائل اهمیت بیشتری از بقیه اقدامات دارد، ولی بررسی ها نشان می دهد که به دلیل کم توجهی به روش پیاده سازی آن ها، اکثر این ایده ها در عمل، با شکست روبرو می شوند. در این میان روش حل خلاق مساله ای که به عنوان روش مورد پذیرش ایت مقاله قرار گرفته است و در شکل 3 نیز گامهای آن ارائه شده، نیم نگاهی به اجرایی نمودن ایده ها داشته است. بهره گیری از این روش برای ترویج و آموزش در سطح ملی به گونه ای که ارائه شده است می تواند از استقبال عمومی خوبی برخوردار شود.

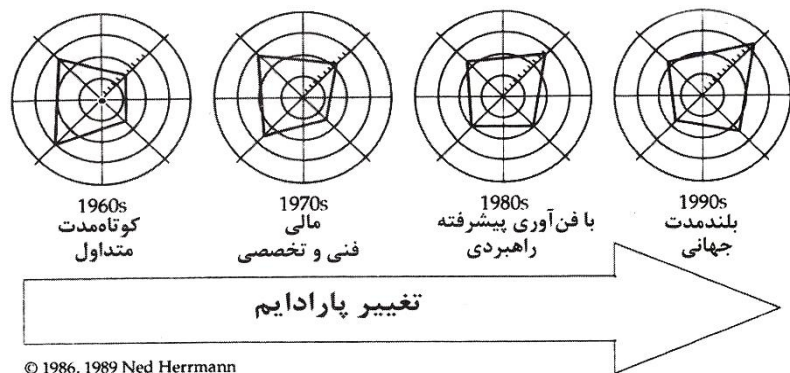
تغییر نگرش با حل خلاق مساله

-
- 1 - Alex. S.Osbern
 - 2 - Parnez
 - 3 - Creative Problem Solving
 - 4 - Synectics
 - 5 - Lateral Thinking

عمر زیادی از دریافت جایزه نوبل توسط دکتر راجردلیو اسپری¹ در سال 1981، به خاطر تحقیقات او که معرفی دو نیمه مغز بود، نمی گذشت که آقای ند هرمان² مدل چهار قسمتی مغز را ارائه کرد. او در بررسی ها نشان داد که انسان از دو نیمه مغز خود یکسان استفاده نمی کند. انسانها براساس ترجیحات فکری یا شناختهایی که دارند مسائل خود را حل می کنند. آنها که چپ مغزند، با مطالعه و تحلیل به حل مسائل می پردازند، حال آنکه راست مغزها، علاقه مندند تا با اثبات تجربی و انجام فعالیت های عملی مسائل را حل کنند. آقای هرمان متوجه شد که استفاده از تمامی مغز برای حل مسائل، بهترین است.

آقای ند هرمان توانست مدلی که امروزه به "ابزار تعیین حاکمیت مغز هرمان"³ (HBDI) معروف شده است را ارائه دهد. مدل او، مغز را با چهار بخش در نظر می گیرد. در این مدل A و B به قسمت چپ و C و D به بخش راست مغز اختصاص داده شده است. این مدل که یک مدل رفتاری انسان است و تقسیم فیزیکی مغز را به صورت استعاری، مفهوم سازی می کند.

امروزه با پرسش ها و بهره گیری لازم از نرم افزار های ویژه می توان، انسانها را بانمودار حاکمیت مغز یا HBDI آنها، ارزیابی کرد. بخوبی نشان داده شده است که با آموزش های هدفمند، می توان نحوه تفکر انسان را تغییر داد. شکل 1 نمونه ای از تعقیب هدف آموزشی با استفاده از نمودار حاکمیت مغز هرمان را نشان می دهد که حاصل آموزش ایده آل در دانشکده های مهندسی، طی سالهای مختلف، بوده است [3].



شکل 1- نمودار نتیجه آموزش خلاق دانشکده های مهندسی نوین [3]

در آموزش های مهندسی سنتی که تلاش آنها بر نحوه تفکرات تحلیلی است، نمودار ایده آل آموزش در بخش A قرار می گیرد. اگر هدف از آموزش را ایجاد مهارت بدانیم که اینطور هم هست می توان ادعا کرد که و مهارت از طریق یادگیری بوجود می آید. اگر اعتقاد به روش حل خلاق مسئله در آموزش مهندسی داشته باشیم که آن نیز با آموزش های مبتنی بر نحوه استفاده از کل مغز حاصل می شود، بنابر این می توان با برنامه ریزی که انجام می شود نحوه نگرش دانشجویان با تفکرات متفاوت را به انسانهای کل نگر تبدیل کرد. برای این منظور با ملاکی که می توان آن را اندیس تغییر حاکمیت مغز¹ (BDI) نامید، موثر بودن آموزش در کشور را ارزیابی کرد. این اندیس از ابزار معرفی شده توسط آقای هرمان، الهام گرفته شده است. برای بکارگیری آن می باید وضعیت (HBDI) دانشجویان در بدو ورود به دانشگاه و پایان هر دوره آموزشی

¹ -Roger.w.Sperry

² -Ned Hermann

³ -Hermann Brain Dominance Instrument (HBDI)

و تا پایان تحصیلات آنها، اندازه گیری شود. در نهایت اندیس حاکمیت مغز آنها که گویای تغییرات این معیارها در طول دوره آموزش آنان است، تعیین می شود. از اندیس تغییرات حاکمیت مغز (BDI)، می توان علاوه بر ارزیابی دانشجویان، برای ارزیابی دانشکده ها و مقایسه دانشگاه ها با یکدیگر نیز، بهره گرفت.

مهندس و آموزش مهندسی

برخلاف تصور عمومی، واژه مهندس با هندسه یا واژه انگلیسی انجین² هیچگونه قرابتی ندارد. بلکه اعتقاد بر این است که اصل و مبدا واژه مهندس از لغت فرانسوی جینی³ به مفهوم مبتکر و مخترع مشتق شده است [۷]. عده ای دیگر معتقدند که در قرن دوم بعد از میلاد مسیح یک چرخ دوار رومی به نام انجینوم⁴ به بازار آمد که مهنی آن باهوش بود. این دستگاه به واقع توپ جنگی بود و اپراتور این ماشین و سایر تجهیزات نظامی کم کم انجینور⁵ به معنای مبتکر معروف شدند. این کلمه را اغلب ریشه لغت جدید مهندس در نظر می گیرند [۸]. در این دو تعریف باور عمومی بر این است که قوه ابتکار، مهارت، خلاقیت و ابداع و نوع آوری همیشه همزاد و هم معنی با همه مهندسیین منظور گردیده و بکار می رود [۷ و ۸].

زیرساخت مهندسی بطور مستمر، طی هزاران سال و در پاسخ به نیازهای در حال گسترش جامعه به وجود آمده است. جامعه نیز در ارتباط با زیرساخت موجود، توسعه یافته و کامل شده است. در گذشته استمرار علم و تکنولوژی رابطه بسیار نزدیکی با تاریخ تمدن بشری داشته و به سختی توان جدایی بین آن دو امکان پذیر بود. با گذر زمان، پیشرفتهایی در اختراع و عرضه وسایل مکانیکی بوجود آمد که باعث شد تا تحولات اجتماعی را سرعت بخشید. در آن زمان مهندسیین به جد مشغول رونق و توسعه جوامع و سرزمین خود بودند تا آنجا که موجب پیدایش رشته های تخصصی مهندسی شد. متعاقب چنین گسترشی بود که انجمن های مهندسی رشته های مختلف شکل گرفتند. در این مرحله تلاش شد تا منشورهای مهندسی، رشته های بوجود آمده آن روزگار تدوین گردد. در تعاریف مختلفی که از مهندسی آن روزگار شده اگر دقت شود هیچگاه نمی توان توانایی ذاتی مهندس که خلق ایده های جدید و امکان ایجاد تحول در زندگی بشر است، اثری را ملاحظه کرد. شاید دلیل آنکه جامعه خیلی زود سطح انتظار خود را از مهندس تا یک صنعتگر آموزش دیده، تقلیل داد، ناشی از نادیده گرفتن شخصیت ذاتی مهندسیین در تر خورد با حرفه آنان بود. اگرچه وجود صنعتگران توانا و کار آمد آن دوران را نیز نمی توان در چنین نگرشی از مهندس را نا دیده گرفت.

بعد از جنگ دوم جهانی، پیشرفتهای در همه زمینه های مهندسی مدرن آن روزگار سرعت گرفت بار دیگر به دلیل اهمیتی که مهندسیین پیدا کردند تلاش شد تا از مهندسی تعاریف جدیدی ارائه شود. بی شک از بین تعاریف انجام شده، تعریفی که از مهندسی در سال 1958 در آمریکا، توسط مشاور رئیس جمهور در علم و مهندسی عنوان شد از اهمیت بیشتری بر خوردار باشد. مهندسی را این چنین تعریف کرد [۷]: "مهندسی، حرفه ای است که در آن دانش ریاضیات و علوم طبیعی حاصل از مطالعه با تجربه و عمل را همراه با اعمال نظر برای ایجاد راه های استفاده اقتصادی از مواد و نیروهای طبیعت، جهت سودآوری بشر بکار می گیرد."

شاید با نگرش بر این تعاریف بوده که اصول آموزشهای مهندسی مبتنی بر روشهای تحلیلی، در قرن گذشته، تثبیت شد اگرچه مهندسیین، کاربران علوم تجربی و ریاضیات هستند ولی زمینه های مهمی وجود دارد که کار مهندس را از کار عالم و ریاضیدان متمایز می کند. "دانشمندان آنچه را که هست کشف می کنند، مهندسیین آنچه را که نیست خلق می نمایند". مهندسیین یک نقش فعال در بکارگیری منابعی دارند که نیازهای جامعه را ارضا می کند. در مقابل دانشمندان بیشتر تمایل دارد که با درک و مدلسازی دنیای فیزیکی، ارتباط بیشتری داشته باشد و بنابراین این به اندوختن دانش مشغول می شوند. به عبارت دیگر کار عالمان و دانشمندان، سیر در دنیای مادی و عوامل منطقی قابل

¹ - Brain Dominance Index (BDI)

² - Engine

³ - Genie

⁴ - Ingenium

⁵ - Ingeniator

مشاهده پیرامون آنهاست، حال آنکه انتظار می رود تا مهندسين فعاليتی خاص و مسئله ای ویژه ای را در زندگی روزمره خود دنبال کنند. اموری که مهندسين دنبال می کنند بر خلاف دانشمندان کشف دانش علمی جدیدی را همراه ندارد ولی برای انجام آن به دانش علمی و رياضيات نیاز است و حاصل آن به دانش مهندسی نوین منجر می شود [8]. در ورود به قرن جدید توجه به تفکرات خلاق و نگرش جدید به مسائل پیرامون جامعه خلاقیت مهندس نیز به عنوان یکی از افراد جامعه خلاق آینده مورد توجه قرار گرفت. با تفکر خلاق می توانیم تغييرات بنيادی که باید دانشگاهها بوجود آورند تا جامعه نیز از آن سود ببرد را امکان پذیر کنیم. با چنین تفکری است که صنايع نیز به عوض آنکه به فکر مسائل خود و راه حل های رقابتي بيفتد، خیلی زودتر می توانند از طريق روشهایی که مهندسين آنها را آموخته اند، راه حل های متعدد پيش رو را تعيين کرده و پاسخ مناسب آنها را بیابند. با حل مسائل صنعت از طريق روشهای حل خلاق مساله است که می توان به اختراع یا نوآوری محصولات و روشها امید داشت. در سیستمهای آموزش تحلیلی که مسائل مشخصی حل می شود، نوآوری ها مقطعی بوده و مشخص نیست که استمرار داشته باشند.

صنعت و آموزش مهندسی

صنعت در جستجوی کارکنانی است که بتواند با تفکر کل نگر مسائل روزمره آنها را به طريق نوآورانه و گروهی حل کنند. به عبارت دیگر مهارت حل خلاق مساله، نیاز صنايع برای حل مسائل جاری و آینده خواهد بود. به این طریق آموزش مهندسی خلاق، می تواند با نیاز های صنعت از جهت آموزش، در تعامل باشد. از این سو دانش آموختگانی که قادر به حل مسائل صنايع از طريق روش های خلاقانه و جدید باشند، شانس بیشتری برای موفقیت در ارتباط با توسعه شغلی خود خواهند داشت.

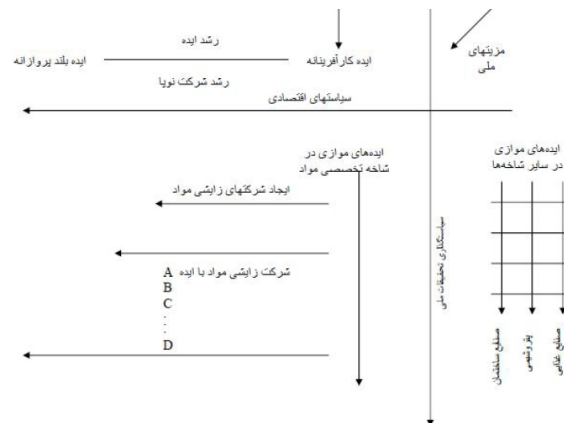
از جهتی دیگر، صنعت نیز می باید به کمک دانشگاه آمده و تخصص های آنها را همسو با نیازهای خود کند. در این رابطه، ارتباط صنعت با دانشگاه می باید دچار تحول شود. اگرچه ورود به این موضوع نیاز به بحث مفصل دیگری دارد، ولی بطور خلاصه می توان اشاره کرد که صنعت

می باید بدلیل نیاز به بقای خود در جامعه جهانی، سياست رقابت پذیری را اتخاذ کند. به عبارت دیگر، صناعی که به فکر استقلال اقتصادی خود هستند، ناچارند تا برای تحقق این هدف خود از راه برنامه ریزی گام به گام تحقیق و توسعه، ماندگاری خود را در عرصه رقابت تضمین کنند.

کسب بازارهای محلی، منطقه ای و فرا منطقه ای تنها با توسعه فراگیر شرکتهای و صنايع مختلف، دست یافتنی است. برای رفع نیاز های پژوهشی صنايع، از هم اکنون می باید راههای توسعه را با داشتن تحقیقات در ابعاد مختلف کاربردی و توسعه ای آن دنبال کرد. انجام کلیه فعالیتهای تحقیق و توسعه با نگرش به آینده تحول صنعتی در هر شاخه، خارج از عهده واحدهای تحقیق و توسعه وابسته به این شرکتهای می باشد. برای انجام فعالیتهای تحقیقاتی واحدهای صنعتی، نیاز به کمک دانشگاهها و دیگر مراکز پژوهشی کشور می باشد [10].

از سوی دیگر رسیدن به خودکفایی علمی دانشگاهها بدون توجه به نیازهای تحقیقاتی کشور، امری ناقص است. دانشگاهها برای رسیدن به توسعه علمی، می باید دانش خود را متناسب با نیازهای جامعه، در ابعاد مختلف علمی، پژوهشی و توسعه ای گسترش دهند. این امر از طریق تامین نیاز صنايع مشتاق میسر می شود. با شکل دادن **خط فناور تخصصی** متناسب با شاخه های صنعتی شناخته شده، می توان مسیر تحقیقات هر یک از اساتید دانشگاهها را هدفمند کرد. رفع نیازهای حال و آینده صنعت از طریق شاخه فناور مربوطه، امکان پذیر می شود. از طریق دانشجویان مستعد و مشتاق کارشناسی نیازهای حال و با بهره گیری از دانشجویان کارشناسی ارشد و دکتری، نیازهای آینده پژوهش های توسعه ای صنايع، مرتفع می شوند. شکل 2 نموداری از فرآیند همکاری دانشگاه با صنعت و بالعکس را نشان می دهد.

با چنین نگرشی می توان نیاز کل جامعه را برنامه ریزی و از طریق آن دانشگاههای کشور را در راستای نیازهای علمی تحقیقاتی توسعه داد. به این صورت نیازهای صنايع تحقیق محور و دانش بنیاد از طریق شاخه های فناور در دانشگاههای تخصصی، مرتفع خواهند شد.



شکل 2-مدل خلاصه شده ارتباط دانشگاه با صنعت [10]

آموزش مهندسی با نگرش سیستمی

علیرغم توانایی اندیشمندان دانشگاه و صنعت در خصوص حل مسائل حرفه ای که درگیر آن هستند، متأسفانه تا کنون کمتر شاهد شکوفایی و رشد صنعت و دانشگاه در کشور و یا منطقه، بوده ایم. از میان دلایل متعدد شاید با اهمیت ترین آنها را بتوان به رعایت نکردن روشی هدفمند برای حل مسکلات صنایع دانست. اگر مسائلی را که جامعه با آن روبرو است را مرور کنیم، متوجه این نکته با اهمیت می شویم که همه مسائل با هم مربوط بوده و حل یکی بستگی زیادی به حل سایرین دارد. به گونه ای که اگر راه حل مشترک و یکسانی برای تمامی مسائل مرتبط با هم را پیدا و ارائه کنیم، در واقع روش حل تمامی مسائل ارائه شده قابل حصول خواهد بود. این همان نگرش سیستمی بر نظام کلی است. اگر مهندسی را به عنوان یک هدف کلی گروه ها و رشته های یک سیستم بزرگ در نظر بگیریم، اجزاء سیستم آن، رشته های تخصصی دانشکده ها می باشند که آنها نیز اهدافی مشابه اهداف کلی را دنبال می کنند. این نگرش همان طرز فکر سیستمی یعنی اندیشیدن به سیستمهای مجتمع و اجزاء تشکیل دهنده آنها است [چرچمن]. بنابراین آموزش مهندسی را اگر با هدف تعیین شده ای برای آن در نظر بگیریم و تلاش کنیم تا بر

اساس روش سیستمی مبتنی بر دانش، مدلی را برای حاکمیت آن ارائه دهیم، آن هنگام است که میتوان ادعا کرد که نظام سیستمی برای آموزش مهندسی را عرضه کرده ایم.

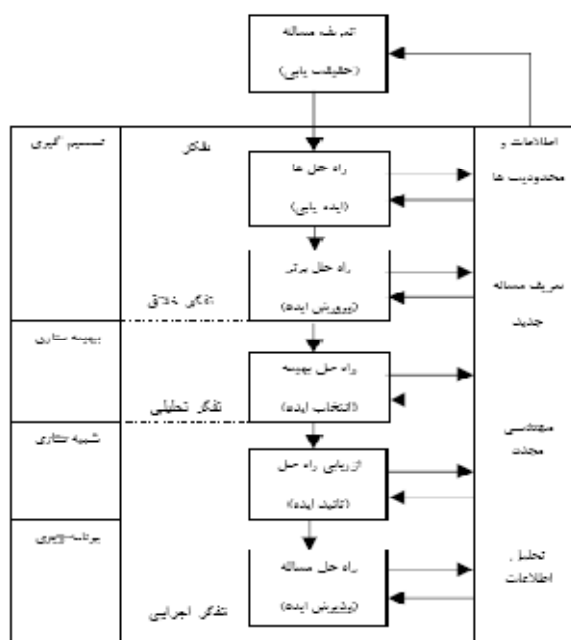
امروزه مشخص شده است که روش سیستمی در خصوص حل مسائل مهندسی الگوی مناسبی را ارائه می کند. در سیستم آموزش مهندسی انتظار جامعه تربیت نیروی کار آمد برای صنایع دانش محوری است که بتواند سهمی از نیاز جهانی را بخود اختصاص دهد. به عبارت دیگر مهندسی آموزش دیده دانشگاهها مدیران آینده اقتصاد دانش محور کشور خواهند بود که در یک فرآیند با سهم رشد اقتصادی تعیین شده ای، در جهان یکپارچه، رقابت خود را دنبال می کنند.

مدیران صنایع آینده یا دانشجویان دانشکده های مهندسی فعلی، در تمامی دوران تحصیل خود رسالتی جز آموزش راههای کسب مهارت حل مسائل مختلف صنعت را ندارند. بنابر این هدف آموزش های مهندسی می تواند کسب مهارت، برای حل مسائل مهندسی باشد. اگر این نگرش در قالب یکی از روش های سیستمی ارائه شود، دستیابی به نتیجه به سهولت و با سرعت، میسر می شود.

الگوی آموزش مبتنی بر حل خلاق مساله

آموزش می باید از جنبه های مختلف فردی، اجتماعی و فرهنگی مورد توجه قرار گیرد و بهمین جهت است که توصیه می شود تا برای آموزش مهندسی کلان کشور، نقشه راه تهیه شود. نقشه راه مورد نظر، بی شک متفاوت از نقشه جامع علمی کشور است و برای ورود به بحث آن نیاز به فرصت دیگری است. متعاقب نقشه راه آموزش کشور که اهداف سالهای مختلف برنامه، در آن پیش بینی شده است هر دانشگاه و هر دانشکده نیز به نقشه راهی مجزا ولی هم آهنگ با نقشه راه آموزش کلان کشور، نیاز دارد. در این نقشه ها می توان روند تحولی آینده را بررسی و کنترل کرد و هم آهنگ با تحقق اهداف، آن را رصد کرد. در صورت لزوم می توان تغییرات را در برنامه نیز اعمال نمود.

از طرف دیگر پذیرفته ایم که تمامی دروس و اهداف آنها به مثابه مسائلی هستند که آموزش آنها از طریق بکارگیری روش حل خلاق مساله، میسر می شود. با نتایجی که از بحث های گذشته عاید شد، روش حل خلاق مساله ای که بتواند به عنوان الگو، بکار برده شود در شکل شماره 3 آمده است.



شکل 3- فرآیند حل خلاق مساله در آموزش مهندسی [10]-

شکل، مختصر اصلاحی را دارد که در ویرایش نهایی اعمال خواهد شد. این روش حل خلاق مساله، ساده و قابل فهم است و بدلیل تکرار پذیر بودن مراحل آن، به راحتی می توان با بکارگیری آن مشکلات را شناسایی و آنها را مرتفع کرد. به این دلیل، می توان آن را برای حل هر نوع مساله ای بکار برد. این مدل توانایی حل مسائل پیچیده و بزرگ را به سادگی مسائل کوچک و کم اهمیت دارد. با ارائه الگوی حل خلاق مساله، قصد عمده آن است که این وسیله مهارتی که قبلا خلاء آن در سیستم آموزش احساس می شد، را ارائه کرد. با بهره گیری از اصول حل خلاق مساله می توان دروس مورد نیاز را در گروه های کلی عمومی، پایه، اصلی و تخصصی جبرانی، برای 4 سال آموزشی، مطابق شکل 4، برنامه ریزی و ارائه کرد.

سال های آموزش	هدف آموزش	دروس	مثال	ارزیابی
سال اول	دانش عمومی	عمومی	ریاضی خلاق	(DBI) ¹
سال دوم	مبانی دانش	پایه	استاتیک خلاق	(DBI) ²
سال سوم	اصول دانش مهندسی	اصلی	تصمیم گیری	(DBI) ³
سال چهارم	دانش عملی تخصصی	تخصصی و اختیاری حرفه ای	ترابری درمعدن	(DBI) ⁴
			انتقال قدرت	

شکل 4- جایگاه دروس و اهداف آنها در آموزش مهندسی جدید

از مزیت دیگر این روش، تدریس دروس تخصصی در سال چهارم است. در صورت نیاز به زمان بیشتر برای تدریس دروس تخصصی، می توان از الگوی تدریس 5 ساله آموزش مهندسی نیز بهره گرفت. به دلیل مشترک بودن دروس در سه سال اول، دانشجویان رامی توان بدون در نظر گرفتن برای رشته تحصیلی بخصوصی، آنان را گزینش کرد. دانشجوی در طول سه سال تحصیل در دانشگاه، ارزیابی شده و با تعیین شایستگی ها و علاقه آنان، می توان رشته های تحصیلی مناسب آنها را انتخاب کرد. برای سادگی در ارائه در شکل شماره 2، تنها نام دروس هر گروه به صورت نمونه، مشخص شده است. بدیهی است که می توان باقی دروس را از طریق مشابه سازی با آنها مشخص و جدول را تا سقف واحدهای موظف تکمیل کرد.

در مدل آموزش مهندسی نیازهای همگانی آموزش مهندسی برای دوره آموزشی چهار ساله مشخص شده است. دروس آن در قالب دروس عمومی، پایه، اصلی، اجباری و اختیاری، با رعایت دیدگاه آموزش مهندسی خلاق و نوآور که نگرشی سیستمی آن را حمایت می کند، پیشنهاد شده است. بطوریکه دانشجوی تازه رس، دروس عمومی را با هدف آموزش و تربیت مهندس، به عنوان فردی خلاق، می گذراند. در راستای توسعه فرهنگ حل خلاق و پیاده سازی آن، ابزار مهم مهندسی که همواره در طراحى و اجرا بکار گرفته می شوند، در دروس پایه به دانشجوی خودرس، ارائه می شود. در سال سوم، دروس مهندسی عمومی و جایگاه هر یک در روند حل و پیاده سازی مسایل خلاق، به عنوان دروس اصلی، به دانشجویان کهنتر ارائه می شود. دانشجویان مهتر دروس اجباری و اختیاری رشته های تخصصی حرفه های شناخته شده و یا رشته های بین رشته ای جدید را در سال چهارم، آموزش می بینند.

برای ارائه یا تدوین سر فصل تمامی دروس حرفه ای می بایست اصول آمده در چارچوب روش حل مسایل رعایت شود، به گونه ای که در محتوی آموزش این دروس از ابزار و روش های عمومی مهندسی که آموزش داده شده است. برای ارتباط دروس با یکدیگر، استفاده شود. زمینه های آشنایی دانشجویان با صنعت نیز با درگیر کردن تمام وقت دانشجویان در تابستانها، با برنامه آموزش کارورزی و مهارت های مهندسی، در صنایع مختلف، فراهم می شود.

شیوه آموزش مهندسی پیشنهاد شده، بدلیل سادگی، جاذب و پرتحرک بودن می تواند به سرعت مورد توجه دانشجویان قرار گیرد و از آنجا که این روش آموزشی، هدفمند است به سهولت قابل فهم می باشد. اگر این روش پرورنده شود و فرصت نقد و بررسی بیشتری پیدا کند، بی شک مورد استقبال اساتید نیز واقع خواهد شد. این روش با وجوه مشترک بسیاری که با دیگر رشته های مهندسی دارد، به امکانات کمتر سخت افزاری نیاز خواهد داشت. به گونه ای که با بهره گیری آن مشکل فضاهای فیزیکی آموزشی، نیز مرتفع می شود. این روش می تواند پس از تکمیل و رفع کاستی های آن به عنوان یک روش ملی آموزش مهندسی، در سطح کلان جامعه مطرح شود.

فرجام

برای آینده پیشنهاداتی به شرح زیر ارائه می شود:

- برای تحقق اهداف آموزش مهندسی تا سال 1404 نیاز به نقشه راهی است که اهداف میانی راه را معین کرده باشد.
- برای مقابله با جهان در حال تغییر نیاز است تا روش آموزش انعطاف پذیر را برای اعمال تغییرات در مواقع لزوم مورد توجه قرار داد.
- شکی نیست که می باید آموزش مهندسی سنتی، با آموزش مهندسی هدفمند، جایگزین شود.
- تا فرصتها از دست نرفته است می باید در آموزش های مختلف پیش دانشگاهی و دانشگاهی، از روشهای تفکر و حل خلاق مساله استفاده کرد.
- آموزش مهندسی مبتنی بر روش حل خلاق مساله مناسبترین روش برای سیستم آموزشی آینده کشور است. لازم است این روش برای یکسان سازی، استاندارد شود و برای اجرا معرفی گردد.

- به منظور تعیین اثربخشی آموزشهای دانشگاهی نیاز به ابزارهای اندازه گیری کارآیی سیستمهای آموزشی است. اندیس تغییرات حاکمیت مغز می تواند روشی موثر برای این کار باشد. برای معرفی این ابزار یا هر ابزار مناسب دیگری بررسی های تکمیلی نیاز است.
- برای آموزش مهندسی مورد نیاز صنعت همکاری نزدیک صنعت با دانشگاه الزامی است.

مراجع:

- ۱- The National science Board (NSB). "Moving forward to improve Engineering " Education report ۲۰۰۷
September ۱۹۹۸-۲- The National Association "The future begins with Mining "
- 3- ادوارد لامزدین و همکاران. "حل خلاق مساله، مهارتهای فکری برای جهان در حان تحول" ترجمه دکتر بهروز ارباب شیرابی و همکار، انتشارات ارکان دانش، چاپ اول، پاییز 1386
- 4- نقشه جامع علمی کشور، پیش نویس سوم، دبیرخانه نقشه جامع کشور
- 5- رضا- محتشم. "تحول الگوی آموزش عالی در جهان" روزنامه همشهری به نقل از اکونومیست 8 سپتامبر 2000
- 6- الکس. اس. برن. "پرورش استعداد همگانی ابداع و استعداد" ترجمه دکتر حسن قاسم زاده ، انتشارات نیلوفر، چاپ سوم پاییز 1375
- 8- زد. تی. بنیاوسکی. "متدولوژی طراحی در مهندسی سنگ". برگردان ابراهیمی . مهدی، نشر اردیبهشت، چاپ اول تابستان 1383
- 7- جی. سی. دندی و آر. اف. وارنر. "برنامه ریزی و طراحی سیستمهای مهندسی" ترجمه ملکی. کمال الدین، نشر چشمه سار، چاپ اول پاییز 1378
- 10- صدری - عبدالله، "ایجاد واحدهای کوچک اشتغالزایی معدن و صنایع معدنی"، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، پائیز 1384
- 9- توماس ال. ساعتی "تفکر خلاق، حل مشکل و تصمیم گیری" ترجمه مجید عزیزی و همکار، ناشر دانشگاه تهران 1386