

آموزش مهندسی در اقتصاد دانش پایه

مظاهر ضیایی

مرکز تحقیقات مهندسی اصفهان

چکیده: در سالهای اخیر با ظهور اقتصاد دانش پایه و اهمیت کارآفرینی فناورانه به عنوان موتور محرک آن، مهندسی و به تبع آن آموزش مهندسی دچار تحول شده است. مهندسی دیگر نه یک شغل که یک حرفه مانند وکالت و پزشکی و فعالیت مهندسی نه فعالیتی فنی و فردی که فعالیتی جمعی و چند بعدی است و لذا، آموزش مهندسی نیز دیگر نه فقط آموزش فنی که فرایند یادگیری توسعه فناوری نیز باید باشد. مهندسان با گذراندن این فرایند آموزشی ضمن دارا بودن مهارتهای پایه بالا و توانایی نوآوری فناورانه از نظر تجاری و اجتماعی نیز هوشیار و فعال اند. برای پرورش چنین مهندسانی باید ضمن بالا بردن استانداردهای آموزشی، توسعه خلاقیت و مهارت کار تیمی، بینش تجاری و حساسیت‌های اجتماعی را در آنها مد نظر قرار داد و به لحاظ تخصصی بر توانایی فرمول بندی و طراحی جامع محصولات بیشتر تأکید کرد. این مقاله عمدتاً با هدف تبیین ضرورت تغییر در آموزش مهندسی با توجه به ظهور اقتصاد دانش پایه و چگونگی و ابعاد این تغییر تهیه شده است. بر این اساس، ابتدا مشخصات اقتصاد دانش پایه و سپس، ویژگیهای مهندسان توانمند برای نقش آفرینی در این دوران اقتصادی بررسی شده و پیشنهادهایی در زمینه آموزش مهندسی به عنوان فرایندی که محصول آن این گونه مهندسان است، ارائه شده است.

واژه‌های کلیدی: اقتصاد دانش پایه، کارآفرینی فناورانه، مهندسی و آموزش مهندسی.

۱. مقدمه

با ظهور اقتصاد دانش پایه^۱، که شاید بهترین نام برای اقتصاد قرن ۲۱ باشد، بازنگری و بازآفرینی بسیاری از مفاهیم قبلی و خلق مفاهیم جدید ضروری است، زیرا بدون این کار سازگاری و نقش آفرینی در این شرایط جدید امکان پذیر نیست. در هر دوره اقتصادی مفاهیم، نهادها و امکانات تولیدی نوعی سازگاری با یکدیگر دارند. در مرحله گذار از یک دوره اقتصادی به دوره بعد، درک سریع تر و عمیق تر از شرایطی که در حال ظهور و بروز است باعث می شود تا سرعت سازگاری با شرایط بیشتر و امکانات و فعالیتهای جامعه به طور کاراتری در جهت این تحول سوق داده شود. از آنجایی که قلب اقتصاد دانش پایه توسعه فناوری و نوآوریهای فناورانه است، قطعاً نقش مهندسان در آینده جوامع بیش از پیش برجسته خواهد شد، اما ایفای این نقش منوط به نوعی بازنگری در مفهوم مهندسی و براساس آن بازنگری در فرایند آموزش مهندسی است.

در کشورهای پیشرفته عطف توجه به آموزش نوین مهندسی به طور جدی صورت گرفته است که ارائه دروس جدید، تغییر در روشهای تدریس، انجام دادن فعالیتهای پروژه‌ها و حتی تعریف دانشگاههایی به عنوان دانشگاههای کارآفرین^۲ از جمله آنهاست [۱].

طبیعی است که برای کشورهای در حال توسعه ضرورت انجام یافتن این تغییرات بیشتر و انجام دادن آن مشکل تر باشد و حتی اگر در این زمینه اقداماتی نیز شروع شده باشد، سرعت زیادتری را می طلبد [۲ و ۳].

در کشور ما نیز مباحثی در این زمینه مطرح شده است که شاید مهم ترین آنها مجموعه فعالیتهایی است که با عنوان توسعه کارآفرینی در دانشگاهها انجام می شود، اما به نظر می رسد که دیدگاهی کل نگرتر و تغییراتی عمیق تر ضروری است تا بتوان اقدامات بایسته و اثربخش تری را برنامه ریزی و اجرا کرد.

1. Knowledge Based Economy
2. Entrepreneurship University

۲. تعریف اقتصاد دانش پایه

۲.۱. اقتصاد دانش پایه

تاکنون اقتصاد دانش پایه به گونه های مختلفی تعریف شده است، مانند بالا بودن میزان سرمایه گذاری در R&D، افزایش داراییهای نامشهود (حق الامتیازها)، بالا بودن تعداد دانشگران در مقابل کارگران و مانند آن، اما به نظر می رسد که اگر اقتصاد دانش پایه را اقتصادی بدانیم که در آن کارآفرینی فناورانه^۱ نقش اصلی را در حیات اقتصادی ایفا می کند و در واقع، موتور محرک این نوع اقتصاد است، بتوان درک بهتری از ماهیت و چگونگی تحولات اقتصاد دانش پایه به دست آورد و با تکیه بر چنین درکی بهتر می توان راهکارهایی را برای حرکت به سوی اقتصاد دانش پایه یافت و پیگیری کرد.

کارآفرینی فناورانه را می توان تلفیق دو فرایند توسعه فناوری و کارآفرینی دانست که در اولی، مجموعه ای جدید از دانش و مهارتها برای تولید محصول جدید یا بهبود فرایند محصول فعلی به کار گرفته می شود و در دومی یک کارآفرین یک فرصت تجاری را شناسایی و با تکیه بر خلاقیت و نوآوری، تلاشگری و خطرپذیری یک واحد جدید کسب و کار ایجاد می کند. بنابراین، کارآفرینی فناورانه فرایندی است که طی آن کارآفرین یک فرصت بالقوه تجاری را با نوآوری در فناوری به یک واحد کسب و کار تبدیل می کند [۴].

۲.۲. ویژگیهای اقتصاد دانش پایه

با توجه به اینکه کارآفرینی فناورانه محور تحولات در اقتصاد دانش پایه محسوب می شود، می توان ویژگیهای آن را بدین شرح بیان کرد:

۱. **محوریت دانش و فناوری:** در گذشته، عوامل اصلی تولید شامل سرمایه، امکانات فیزیکی، دسترسی به مواد اولیه و مانند آن تلقی می‌شدند و دانش و فناوری، چه در سطح بنگاه و چه در سطح ملی، نوعی متغیر بیرونزا فرض می‌شدند. در اقتصاد دانش پایه نه تنها فناوری درونزا تلقی می‌شود، بلکه مهم‌ترین عامل در بین همه عوامل است؛ به عبارت دیگر، مهم‌ترین منبع سازمانها دانش آنهاست و قدرت اقتصادی هر جامعه نیز بر مبنای توانایی توسعه فناوری سنجیده می‌شود. این امر در دل خود به معنی اهمیت روزافزون نیروی انسانی فرهیخته به عنوان تولید کننده، ذخیره کننده و توزیع کننده دانش است.

۲. **فشرده‌گی رقابت:** همان گونه که شومپیتر^۱ با مطرح کردن "تخریب خلاق"^۲ برای اولین بار نشان داد که کارآفرینی در ذات خود به معنی کنار رفتن بعضی از بازیگران از بازار و جایگزینی بعضی دیگر به جای آنهاست [۵]، بنابراین، تداوم حیات همه فعالان و نقش آفرینان در عرصه اقتصاد از جمله فناوران یا مهندسان منوط به پیروزی در رقابت برای بقاست. اهمیت مهندسان در قدرت رقابتی اقتصادها به گونه ای است که انجمن مهندسان برق و الکترونیک امریکا (IEEE) شعار سال ۲۰۰۶ و ۲۰۰۷ را افزایش قدرت رقابتی امریکا اعلام کرده و با همین عنوان به تحرکات سیاسی وسیعی در سطح مجلسین و بالاترین مقامات دولتی دست زده است [۶].

1. Schumpeter

2. Creative Distruction

۳. افزایش سرعت تغییرات: با افزایش رقابتها طبیعی است که سرعت تغییرات این محصولات، سازمانها، بازار و همه عرصه‌های اقتصادی زیاد شود. شاید علت اصلی این تغییرات در خصیصه دانش به عنوان منبع اصلی سازمانهای امروزی است که به برکت فناوری اطلاعات می‌تواند با سرعت و سهولت زیادتری، هم نسبت به گذشته و هم نسبت به مواد و انرژی، بین مکانها و افراد مختلف مبادله و توزیع و در موقع لازم نیز بازیابی و تولید شود. نرخ تحولات در دنیای کسب و کار در حال حاضر زیاد است و تا آینده قابل تصور نیز به نظر می‌رسد که این نرخ روندی افزایشی داشته باشد. سرعت تغییرات در حال حاضر چنان بالاست که بعضی از صاحب‌نظران معتقدند مهم‌ترین تغییر در جهان امروز ما تغییر ماهیت تغییر است که سریع‌تر، گسترده‌تر و عمیق‌تر فراگیر شده است [۷]. تأثیر این تغییرات بر برنامه‌ریزی آموزش‌های مهندسی در کشورهای پیشرفته از سالها قبل مد نظر قرار گرفته است [۱].

۴. جهانی شدن: توسعه فناوریهای حمل و نقل و ارتباطات و سهولت و ارزان بودن نقل و انتقال دانش، اقتصاد جهانی را در شرایطی قرار داده است که اهمیت فاصله و مرزهای مکانی دائماً کاهش می‌یابد. این آثار که به جهانی شدن معروف شده است، بر نیروی انسانی تأثیر زیادی گذاشته است. توسعه فناوری اطلاعات و صادرات میلیاردی کشور هند در زمینه نرم‌افزار و ایجاد بازاری برای محل کار صدها هزار نفر نمونه‌ای بارز از آثار جهانی شدن بر بازار نیروی کار است.

۳.۲. فرد و سازمان در اقتصاد دانش پایه

اقتصاد دانش پایه بر افراد، سازمانها و روابط آنها تأثیرات زیادی داشته است. یکی از مهم‌ترین این روندها این است که طی دهه گذشته در کلیه کشورهای اروپای

غربی و اروپای شمالی فرصتهای اشتغال در سازمانهای کوچک در حال افزایش و در مقابل، تعداد کل اشتغال در سازمانهای بزرگ در حال کاهش بوده است. می‌توان این پدیده را چنین توضیح داد که واحد تولید دانش در واقع، تک تک انسانها هستند و با توجه به تنوعی که خلاقیت نیروی انسانی در خدمات و کالاهای مورد تقاضا می‌تواند به وجود آورد، احداث واحدهای کوچک که مبتنی بر ایده‌های یک کارآفرین و استفاده از منابع دانشی (دانشگران حرفه‌ای) است که در اطراف او قابل حصول است، به راحتی صورت می‌گیرد. در حالی که اصولاً ایجاد واحدهای بزرگ تولید دانش نمی‌توانند اقتصادی باشند، مگر تعریف پروژه‌های بسیار بزرگ که به دلایلی مثلاً امنیتی باید در فضای محرمانه‌ای انجام شود، زیرا سازمانهای بزرگ مبتنی بر اصولی اداره می‌شوند که امکان بروز خلاقیتها برای فرد و نیز انعطاف‌پذیری برای سازمان را به همراه ندارد و همچنین، هزینه‌های بالاسری دانشگران بسیار زیاد است.

یکی دیگر از روندهای قابل مشاهده در روابط فرد و سازمان است که به طور تناقض‌آمیزی آنها از سویی نسبت به هم مستقل‌تر شده‌اند و از سوی دیگر، وابستگی آنها به یکدیگر زیاد شده است. یک مهندس توانا در سازمان دارای قدرت زیادی است و می‌تواند بر بسیاری از تصمیمات آن سازمان تأثیر بگذارد، اما از سوی دیگر، ممکن است تخصص او آن چنان خاص باشد که بازار کار چندانی هم نداشته باشد. سازمانها نیز گرچه اغلب به تنوعی از نیروهای خبره دسترسی دارند که می‌توانند بسیاری از آنها را به کار گیرند، اما این نیروها نیز معمولاً اطلاعات وسیعی از شرایط بازار و کسب و کار دارند و در هر حال قیمت خود را دارند. به علاوه، سازمانها مجبورند برای جلب اعتماد و جذب این‌گونه نیروها در رفتار با نیروهای موجود نیز اصول قانونی، اخلاقی و احترام به آنها را در حد بالایی رعایت کنند.

همچنین، در ساختارهای سازمانی گرایش آشکاری به سمت شبکه‌ای شدن وجود دارد. در گذشته، ساختارهای سازمانی ماتریسی جایگزین ساختارهای

سلسله مراتبی می‌شدند، اما اکنون هم در سطح بالای سازمانها و هم در بسیاری از سطوح دیگر سازمانی ساختارهای شبکه‌ای ایجاد می‌شود. به گونه‌ای که گفته‌اند "قبلاً جهان مسطح تصور می‌شد، بعد معلوم شد که جهان کروی است. به یقین اکنون جهان شبکه‌ای است" [۸]. مثلاً یک مهندس در سازمانی ممکن است مسئولیت بخشی از طراحی یک پروژه را بر عهده داشته باشد و در عین حال، نظارت یا مشاوره در برخی از زمینه‌های دیگر [حتی خارج از واحد سازمانی خود] را انجام دهد و به علاوه، در چندین کمیته نیز عضویت داشته باشد. در واقع، انسانها توسط شبکه‌ای از ارتباطات با سازمان تعامل دارند و فقط با یک مسیر دریافت فرمان و ارسال گزارش یا ابلاغ با دیگران سر و کار ندارند.

۳. خصوصیات مهندسان اقتصاد دانش پایه

طبیعی است که اقتصاد دانش پایه مهندسان خاص خود را می‌طلبد که برخی از مشخصات آنها با مهندسان قبلی متفاوت خواهد بود [۸]. براساس آنچه در بخش قبلی در خصوص مشخصات اقتصاد دانش پایه گفته شد، می‌توان مشخصات اصلی مهندسان متناسب با این نوع اقتصاد را به شرح زیر بیان کرد:

۳.۱. توانایی به کارگیری دانش موجود و خلق دانش جدید به صورتی کارا و مؤثر

به عنوان یک حداقل، تسلط کافی به علوم پایه، داشتن اطلاعات مهندسی در زمینه تخصصی خود و دانستن نحوه استفاده از منابع و اسناد فنی در کنار توانایی تحلیل داده‌ها و به کارگیری روشهای مهندسی را می‌توان مهارت اولیه یا پایه یک مهندس دانست که به طور سنتی نیز کاملاً شناخته شده است [۹]. در اقتصاد دانش پایه ورزیدگی و سطح بالاتری از این مهارت مورد نیاز است.

اما فعالیت مهندسی، حتی در حال و گذشته، به توانایی طراحی و خلق دانش جدید و تصمیم در شرایط ابهام؛ یعنی تصمیم در شرایط نبود اطلاعات کامل یا

مبهم بودن آینده نیاز دارد. این توانایی برای فعالیت مهندسان در اقتصاد دانش پایه اهمیتی کلیدی و روزافزون دارد. شاید بتوان گفت که این توانایی برای مهندسان جدید به نوعی جزء مهارت‌های پایه تلقی می‌شود [۱۰].

طبیعی است که کارایی فعالیت‌های مهندسان منوط به توانایی و سرعت عمل آنها در به کارگیری ابزار و وسایل مهندسی، اعم از تخصصی یا عمومی، مانند کامپیوتر و وسایل ارتباطی و تسلط به زبان‌های خارجی و مهارت‌های خودسازماندهی است. سطح توانمندی مورد انتظار در این زمینه‌ها در اقتصاد دانش پایه بسیار فراتر می‌رود.

اثربخشی اقتصادی و اجتماعی فعالیت‌های یک مهندس می‌طلبد که مهندسان هم دارای بینش تجاری باشند و اطلاعات لازم را در خصوص وضعیت و حساسیت‌های بازار، موقعیت شرکت و هزینه‌های مختلف اجرای کارها داشته باشند تا بتوانند راه‌حلهای با ارزش اقتصادی بالاتری ارائه کنند و هم درک مناسبی از آثار اجتماعی و محیطی گزینه‌های مختلف فنی داشته باشند، به گونه‌ای که بتوانند براساس مسئولیت‌های حرفه‌ای، اخلاقی و اجتماعی بین آنها قضاوت نهایی را انجام دهند [۹]. چنین درکی اثربخشی اجتماعی فعالیت‌های مهندسی را افزایش می‌دهد [۱۰].

در مجموع، در اقتصاد دانش پایه دیدگاهی که نقش مهندسان را محدود می‌کند، به ارائه دهنده راه‌حل فنی برای مسائلی که قبلاً توسط دیگران تعریف شده است، کاملاً نارساست، بلکه مهندسان باید در دنیای امروز و فردا در سطح شرکتها و جامعه نقشی فعال و در اغلب موارد محوری، در تشخیص و تعریف مسائل، خلق راه‌حلهای و اجرای آنها داشته باشند [۱۱].

۲.۳. مشارکت در فرایند جمعی توزیع و خلق دانش

وجه تمایز محصولات سازمانها را دانش نهفته در آن محصولات تعیین می‌کند. بنابراین، در واقع فرایند اصلی سازمانها در اقتصاد دانش پایه فرایند جمعی تولید

دانش است. در این فرایند اطلاعات، ابتکارات و ایده‌های افراد مختلف با نظام‌های فکری متفاوت به مشارکت گذاشته می‌شود و در طی یک فرایند جمعی پردازش اطلاعات، دانشی جدید خلق و عرضه می‌شود. مهندسان در این فرایند اغلب در قلب فرایند قرار دارند و برای مشارکت در این فرایند باید قادر باشند نه تنها با مهندسانی از سایر رشته‌ها، بلکه احتمالاً با افرادی با نظام‌های فکری متفاوت مانند دانشمندان، بازاریابان، مدیران خرید و تولید یا صاحب‌نظرانی از علوم انسانی و حتی هنرمندان به صورت دو به دو یا جمعی کار و فعالیت کنند. طبیعی است مهارت‌هایی مانند مهارت برقراری ارتباطات مؤثر انسانی، مهارت مذاکره، مهارت انجام دادن کارها به صورت تیمی و به خصوص تیم‌هایی چند رشته‌ای، مهارت ارائه مطالب به شیوه روشن و جذاب و تسلط کامل به حداقل یک زبان خارجی در این کار بسیار ضروری است. شاید از سنگین‌ترین وظایف یک مهندس در این زمینه این است که به عنوان یک جمع‌بندی‌کننده نهایی^۱ در رأس یک تیم کاری چند رشته‌ای قرار می‌گیرد. در چنین حالت‌هایی وجود مهارت‌های رهبری و مدیریت به خصوص مدیریت منابع انسانی ضروری است و بر اثربخشی و کارایی کل تیم کاری تأثیر زیادی دارد.

در مجموع، برای مشارکت در فرایندهای جمعی علاوه بر دارا بودن بینش‌های کل نگر و فرایندگرا، برخی خصوصیات اجتماعی و اخلاقی مانند تحمل نظرهای مختلف، مهارت‌های گفتاری و اجتماعی و احترام به شخصیت و نظرهای دیگران و توانایی ترغیب و تشویق افراد برای مشارکت در فعالیت‌های جمعی نیز ضروری است که تأکیدی بر اهمیت درک بالای اجتماعی و اخلاقی مهندسان در کنار نگرش سیستمی آنهاست.

۳.۳. اراده قوی برای توسعه توانایی و دانش خویش

نرخ بالای تغییرات در اقتصاد دانش پایه نیاز به دانش افزایشی مداوم یا آنچه یادگیری مادام‌العمر گفته شده است را برای مهندسان الزامی کرده است. طبیعتاً این کار شامل طیف وسیعی از اقدامات است که مهندسان باید در دستور کار روزمره خود قرار دهند، مانند حساسیت داشتن به مسائل و مشکلات روز، کسب مهارت‌های جدید، کسب اطلاعات در زمینه تخصصی خود و زمینه‌های مرتبط، توسعه تواناییها و مهارت‌های خود و تلاش برای ارتقای مشخصات اخلاق حرفه‌ای و اجتماعی خود [۱۰].

بدون تلاش برای بهبود مداوم دانش و توانایی، امکان نقش آفرینی مهندسان به تدریج از بین می‌رود. سرعت تولید دانش و عرضه نرم افزارها، ابزارها و روشهای جدید چنان است که دانشها و مهارت‌های فعلی به زودی منسوخ و ناکارآمد می‌شوند. بنابراین، مهندسان باید تلاش دایمی برای توسعه تواناییها و مهارت‌های فنی و اجتماعی داشته باشند.

به طور کلی، می‌توان گفت که ماهیت فعالیتهای مهندسی در حال تبدیل از یک شغل به یک حرفه است. یک نفر شاغل وظایفی کم و بیش معینی را در ساختاری کم و بیش ثابت در دوره‌ای نسبتاً طولانی [احتمالاً تمام دوره عمر کاری] بر عهده دارد که آمادگیهای لازم برای انجام دادن این وظایف را از طریق دانشگاه یا سایر مراکز آموزشی به دست آورده است و در صورت نیاز به کسب دانش یا مهارت جدید، سازمان محل اشتغال تمهیدات لازم را از طریق برگزاری دوره‌های ضمن خدمت انجام می‌دهد.

اما یک حرفه‌ای، مثلاً یک پزشک یا وکیل، خود صاحب کار است؛ یعنی یک شخصیت حقیقی در دنیای کسب و کار که متناسب با نیازهای بازار وظایف متنوع را بر عهده می‌گیرد و باید به طور دایم از محیط اطراف و مجامع تخصصی اطلاعات جدید را جذب و تواناییها و مهارت‌های خود را ارتقا دهد. به علاوه،

مسئولیت‌های کاریابی، برقراری ارتباطات، مشخص کردن تعهدات، اجرای آنها و کنترل کیفیت انجام دادن کارهای خود را خود برعهده دارد. البته، تعداد زیادی از مهندسان به صورتی خودجوش در گذشته و حال به صورت حرفه‌ای فعالیت می‌کرده‌اند، اما آنچه در آینده مورد انتظار است این است که تقریباً تمام مهندسان، حتی آنهایی که خیلی بلندپروازی ندارند، باید رفتاری حرفه‌ای داشته باشند.

۴. آموزش مهندسی برای اقتصاد دانش پایه

امروزه، حتی دانش‌آموختگان قبلی رشته‌های مهندسی خواه ناخواه مجبور به فراگیری و کسب برخی مهارت‌های مورد نیاز در اقتصاد دانش پایه هستند، لذا، انجام یافتن تغییراتی در آموزش مهندسی برای توانمندی سازی مهندسان در حال تحصیل برای فعالیت در اقتصاد دانش پایه ضرورتی بسیار جدی دارد. از آنجایی که هدف و ادعای این مقاله تدوین یک نظام جامع آموزش مهندسی نیست، در این بخش فقط به برخی از ابعاد مهم این تغییرات اشاره می‌شود. تلاش بر این بوده است تا این تغییرات مستقل از این باشد که آموزش به روش متداول کلاس حضوری یا روش آموزش از راه دور باشد یا چه میزان از فناوری چند رسانه‌ای برای آموزش به خدمت گرفته می‌شود.

۱. شاید اولین و ساده‌ترین اقدام بالا بردن استانداردها در برخی دروس پایه مانند علوم پایه، کامپیوتر و زبان خارجی است، زیرا چنان که گفته شد، سطح مورد نیاز و انتظار برای مهارت‌های عمومی مهندسی در حال افزایش است.

۲. در وهله دوم باید مطالب جدیدی در قالب دروس جدید یا اضافه شدن بخشهایی به دروس فعلی افزوده شود. این مطالب می‌توانند در زمینه کارآفرینی، مدیریت، نقش مهندسی و به خصوص رشته مورد نظر در اقتصاد و تحولات اجتماعی و تاریخی‌ای از تحولات، بنیانگذاران و برخی افراد برجسته در آن رشته باشد. نحوه ارائه مطالب و ارزیابی یادگیری دانشجو باید به

گونه‌ای باشد که علاوه بر بالا بردن روحیه بلند پروازی و کمال جویی و حساسیتهای اجتماعی در دانشجویان، اطلاعات اولیه را به آنان ارائه دهد تا بتوانند سازمانها و تحولات آنها را راحت درک و برای مدیریت، به ویژه مدیریت تیمهای بین‌رشته‌ای، آمادگی لازم را کسب کنند و نیز با مفاهیم کارآفرینی و اقتصادی آشنا شوند و برای انجام دادن قضاوت بین راه‌حلهای فنی مختلف که آثار اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی متفاوتی دارند، آمادگی کسب کنند.

۳. برای ایجاد نگرشهای جامع نگر و فرایندگرا، به جای نگرشهای خرد و ریزگرا، اقدامات متعددی در آموزش مهندسی می‌توان انجام داد، مانند ارائه یک درس با عنوان نگرش سیستمی یا ارائه دروس یا پروژه‌هایی که ترکیبی از چندین درس تخصصی را شامل شود. در کلی‌ترین حالت، کمال مطلوب اجرای طراحی جامع یک محصول است که کم و بیش هم شامل لحاظ کردن جنبه‌هایی از بازار، مدیریت، هزینه‌ها و جنبه‌های اجتماعی و هم مستلزم به کارگیری دروس مختلفی از آن رشته مهندسی و حتی سایر رشته‌های مهندسی باشد.

۴. سرعت تغییرات در اقتصاد دانش پایه به معنی این است که مهندسان به طور روزافزون درگیر مسائلی می‌شوند که مهلت‌های زمانی تنگ‌تر و تنگ‌تری دارند. به برکت فناوری اطلاعات اکنون می‌توان مراحل جمع‌آوری و پردازش اطلاعات را با سرعت مناسبی انجام داد و بنابراین، زمانبرترین و در عین حال کلیدی‌ترین فعالیت در کل فرایند حل مسئله، فرمول‌بندی آن است. بنابر این، هم در نحوه ارائه مطالب و هم در تعریف مسائل و تکالیف به دانشجویان باید تأکید بیشتری بر روابط بین نظریه‌های علمی مختلف و موارد و نحوه کاربرد آنها بشود، به گونه‌ای که دانشجویان توانایی فرمول‌بندی انواع مسائل پیچیده را با درک نظریه‌های کلی و به کارگیری دانش ریاضی خود داشته باشند و

برای انجام دادن سایر مراحل حل مسائل بتوانند از امکانات رایانه‌ای حداکثر استفاده را ببرند.

۵. گرچه شاید مطالب گفته شده شواهد کافی برای لزوم تغییر ساختاری در آموزش مهندسی ارائه نمی‌دهد، اما ممکن است نوعی بازنگری در ترکیب دروس، عناوین رشته‌ها، طول دوره‌ها و نحوه ارزیابی و نمره دهی و دوره‌ها لازم باشد و همچنین، ارائه نوعی از دوره‌های بازآموزی یا دوره‌های تکمیلی [کوتاه‌تر از کارشناسی ارشد] برای مهندسان فعلی می‌تواند مورد بررسی و مطالعه قرار گیرد. البته، مزایای برگزاری دوره‌های مشترک و هر نوع همکاری با دانشگاهها یا مراکز تحقیقاتی در کشورهای صنعتی چنان عیان است که نیاز به استدلال چندانی ندارد، بلکه شاید ضرورتی اجتناب‌ناپذیر باشد.

در هر حال، شاید بتوان گفت که آموزش مهندسی در اقتصاد دانش پایه باید به گونه‌ای باشد که اگر شیوه آموزش فعلی را آموزش فنی بنامیم، بتوان آن را یادگیری توسعه فناوری نام گذاشت؛ یعنی پرورش مهندسانی که انگیزه، بینش و توانایی توسعه فناوری را به عنوان فعالیتی نوآورانه و کارآفرینانه داشته باشند.

خلاصه و نتیجه‌گیری

ظهور اقتصاد دانش پایه و پیش‌بینی رشد و توسعه آن در آینده و نقش محوری کارآفرینی فناورانه در آن مهندسان جدیدی می‌طلبند که شاید خلاصه‌ترین و بهترین مشخصات آنها را معروف‌ترین دانشگاه مهندسی دنیا؛ یعنی MIT ارائه کرده است: "مهندسانی از نظر فنی خیره، از نظر اجتماعی آگاه و از نظر کارآفرینی زیرک" [۱۲]. آموزش مهندسی متناظر با این مشخصات؛ یعنی اینکه آموزش مهندسی باید از آموزش فنی به آموزش توسعه فناوری تغییر کند. دانش‌آموختگان فرایند آموزش فناوری ضمن دارا بودن اطلاعات فنی در یک زمینه خاص، مهارتهای لازم را برای خلق دانش جدید و به عبارت دیگر؛ توسعه

فناوری، چه به صورت فردی و چه در یک مشارکت جمعی، دارند و قادر به قضاوت بین گزینه‌های فنی در یک زمینه اجتماعی هستند. به علاوه، این مهندسان در فعالیتهای فردی و سازمانی جنبه‌های تجاری را لحاظ می‌کنند، هوشیاری لازم را برای ایجاد و توسعه کسب و کار خود یا سازمان تابعه دارند و به صورت دائمی برای افزایش همه‌جانبه قابلیت‌های خود تلاش می‌کنند.

مراجع

1. M.Vest Chares, "US Engineering Education in Transition", NAE Journal, Vol. 25, No. 4.
2. C. Russel, "Technical Capacity Building in Developing Countries for Economic Development", WFEO Committee on Capacity Building 28-30, June 2004.
3. Bernard, Amadei, "Engineering for the Developing World", Washington, National Academy of Engineering, Vol. 3, No. 2, 2004.
- ۴- مظاهر ضیایی، "ابعاد فرهنگی تحول به سمت اقتصاد دانش پایه"، همایش سیاستها و مدیریت برنامه‌های رشد و توسعه ایران، مؤسسه عالی آموزش و پژوهش مدیریت برنامه‌ریزی، تهران، اسفند ۱۳۸۲.
- ۵- متوسلی، توسعه اقتصادی، تهران، سمت، چاپ اول، ۱۳۸۲.
6. [http:// innovationieeeusa.org](http://innovationieeeusa.org).
- ۷- ایکاف، راسل، "برنامه‌ریزی تعاملی"، ترجمه سهراب خلیلی شورینی، چاپ اول، ۱۳۷۵.
- ۸- فرهنگ رجایی، "پدیده جهانی شدن وضعیت بشری و تمدن اطلاعاتی"، تهران، دفتر پژوهشهای فرهنگی، چاپ هشتم، ۱۳۸۳.

9. L. M. Marshall, "Recapturing and Conveying the Excitement of Engineering Through Practice, Innovation and Integration", Conference on Teaching Entrepreneurship to Engineering Students, ECT, Monterey, Ca, USA, 2003.
10. Eikki, Yril, et al., "Engineering Education Facing New Challenges in the Learning Society", New York ASEE, Mid Atlantic Section, "The 21st Century Engineer", Fall 2001.
11. B. Sharon, "Beyond Technicalities: Expanding Engineering Thinking", Journal of Professional Issues in Engineering, 125 (1), January 1999.
12. MIT, "Improving Engineering Education, A Project to Make the Conception-Design- Implementation- Operation CDIO", 2000.

(تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۵/۱۲/ ۱)

(تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۸۶/۱/۱۵)