رهیافت
شماره ۶۲، تابستان ۱۳۹۵

بازبینی برنامه درسی رشته‌های مهندسی برای توسعه فناوری

فیروز بختیاری‌نژاد[۱]، ناهید شیخان[*۲]

۱. استاد دانشکده مهندسی مکانیک و عضو قطب علمی سامانه‌ها و سازه‌های هوشمند دانشگاه صنعتی امیرکبیر
۲. عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات مهندسی صنایع و بهره‌وری دانشگاه صنعتی امیرکبیر

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۲/۱۲، تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۳/۱۳

چکیده

ایجاد ارتباط میان بخش‌های دانشگاهی و صنعتی از مهم‌ترین موضوعات سیاست‌گذاری نوآوری در چارچوب نظام ملی نوآوری در کشورهای مختلف توسعه‌یافته و در حال توسعه است و نقش دانشگاه‌ها در مدیریت و برنامه‌ریزی کشورها در حال تغییر است. هدف اصلی دانشگاه‌های نسل اول بر آموزش مستقیم بنا شده است، دانشگاه‌های نسل دوم (در حال حاضر) برمبنای آموزش مبتنی بر پژوهش و آموزش برای انجام پژوهش تغییر یافته‌اند. در نسل سوم دانشگاه‌ها، هم‌زمان با آموزش نیروی انسانی برای تولید علم و توسعه فناوری در حل مسائل و مشکلات رایج، تولید کار و ثروت‌آفرینی نیز در اهداف و برنامه‌هایشان قرار خواهد گرفت. در نسل چهارم دانشگاه‌ها اضافه بر وظایف نسل سوم باید به سمت تربیت خلاق و نوآور و خلاقیت و نوآوری حرکت کنند. برنامه‌های آموزش مهندسی در اوایل قرن بیستم میلادی بیشتر تجربه‌ها و مهارت‌های عملی را به دانشجویان عرضه می‌کردند، ولی با پیشرفت‌های علمی و گسترش دانش فنی و ابداع روش‌های تحلیلی و محاسباتی و با به‌کارگیری ابزارهای دقیق و سریع محاسباتی، آموزش مهندسی به سمت علوم مهندسی گرایش پیدا کرد. از دهه ۱۹۹۰ تغییراتی در آموزش مهندسی در دنیا در مسیر بهینه‌سازی فرایندها و کاهش هزینه‌های تولید رخ داده است. با پیشرفت علم و فناوری و جهانی شدن آموزش مهندسی، ضرورت بازنگری مستمر در اهداف، ساختارها و روش‌های نوین نظام آموزش مهندسی متناسب با نیازهای کشور در همراهی با تحولات جهانی بیش از پیش احساس می‌شود. این مقاله در ابتدا به بررسی تعاریف، وضعیت و جایگاه جهانی ایران در فناوری پرداخته و سپس دروس مورد نیاز برای تربیت نیروی انسانی در توسعه فناوری در کشور بررسی و با مطالعه و بازبینی برنامه‌های درسی دوره‌های کارشناسی و کارشناسی ارشد در پنج رشته مهندسی منتخب و مؤثرتر به عنوان مطالعه موردی و نمونه، شامل مهندسی مکانیک، مهندسی برق، مهندسی صنایع، مهندسی شیمی و مهندسی پلیمر، برای توانمندسازی دانشجویان مهندسی کمبودهای موجود بررسی می‌شود. در مرحله بعد، رشته‌های کارشناسی و کارشناسی ارشد و بین‌رشته‌ای با ارتباط بیشتر با فناوری مطالعه می‌شوند. سپس راه‌های تقویت ارتباط مؤثرتر صنعت با دانشگاه برای آموزش مفیدتر و مؤثرتر فناوری در رشته‌های مهندسی بررسی و در پایان نیز به افزایش توانایی اعضای هیأت علمی در توسعه فناوری پرداخته می‌شود.

واژگان کلیدی: آموزش مهندسی، فناوری، نوآوری، دروس کارشناسی، دروس کارشناسی ارشد، دوره‌های کارورزی.

---

[*] نویسنده مسئول مکاتبات: nsheikhan@aut.ac.ir

۱- مقدمه

با توجه به ضرورت پیشرفت و توسعه علم و فناوری و تکمیل اجرای برنامه‌های دانشگاه‌ها در مدیریت و برنامه‌ریزی کشورها با انتقال دانشگاه‌های نسل اول مبتنی بر آموزش مستقیم سنتی برای افزایش دانش به دانشگاه‌های نسل دوم بر اساس آموزش مبتنی بر پژوهش و آموزش برای پژوهش و تغییر از این نسل به دانشگاه‌های نسل سوم (در حال حاضر) با هدف هم‌زمان آموزش نیروی انسانی برای انجام پژوهش برای تولید علم در حل مشکلات و ایجاد کار و ثروت‌آفرینی و در نهایت انتقال از نسل سوم دانشگاه‌ها به نسل چهارم که اضافه بر تربیت و آموزش نیروی کارامد با کسب دانش و انجام پژوهش برای تولید علم و تبدیل علم به فناوری به سمت تبدیل فناوری به کارآفرینی و ایجاد ثروت و خلاقیت و نوآوری و توسعه فناوری‌های نوین حرکت خواهد کرد.

برنامه‌های آموزشی مهندسی در طول قرن بیستم میلادی، تجربه‌ها و مهارت‌های عملی زیادی را به دانشجویان ارائه کرده، اما با گذشت زمان و گسترش سریع دانش فنی، آموزش مهندسی به سمت علوم مهندسی گرایش پیدا کرده است [۱]. «رویکرد علم مهندسی[1]» که در اروپا شروع شد، پس از جنگ جهانی دوم در آمریکا تقویت شد و توسعه یافت. در نتیجه، محتوای علمی و ریاضیات برنامه‌های درسی مهندسی افزایش یافت، در حالی‌که مقدار زمانی که دانشجویان برای کار آزمایشگاهی و فعالیت‌های تخصصی و حرفه‌ای مهندسی صرف می‌کردند، کاهش یافت. همان‌گونه که آموزش مهندسی در گذشته برای انطباق با نیازهای جامعه تغییر یافته، این تکامل و تغییر برای نشان دادن نیازهای قرن بیست و یکم نیز ضروری است [۲].

روندهای اصلی آموزش مهندسی را می‌توان در چهار بخش زیر تقسیم کرد:

نیمه نخست قرن بیستم : بیشتر تجربه‌ها و مهارت‌های عملی به دانشجویان ارائه شد.

نیمه دوم قرن بیستم: با پیشرفت‌های علمی و گسترش دانش فنی و ابداع روش‌های تحلیلی و محاسباتی و با به‌کارگیری ابزارهای دقیق و سریع محاسباتی، آموزش مهندسی به سمت علوم مهندسی گرایش پیدا کرد.

از دهه ۱۹۹۰: تغییراتی در آموزش مهندسی در مسیر بهینه‌سازی فرایندها و کاهش هزینه‌های تولید در دنیا رخ داد و آموزش مهندسی به سمت آموزش علوم، آشنایی با فناوری‌های نوین و مهارت‌های غیرفنی از قبیل کار تیمی و ارتباطات سوق داده شد.

قرن بیست‌ویکم: در دوران مهندس کارآفرین و مولد[2]، تغییرات سریعی که در جهان در حال شکل‌گیری است به ساختار جدیدی در آموزش مهندسی منجر می‌شود که این ساختار جدید بر آمادگی زیاد در علم و ریاضیات استوار بوده و بر نقش حرفه‌ای مهندس نیز تأکید می‌کند و به‌اضافه بر کسب شایستگی‌های جدید مرتبط با نظم نوین جهانی تأکید می‌کند.

فرهنگستان ملی مهندسی آمریکا نیز در گزارشی که در ابتدای قرن حاضر منتشر کرده، توانایی‌های مورد نظر برای یک دانش‌آموخته مهندسی در سال ۲۰۲۰ را به نحو زیر پیش‌بینی کرده است: [۳]

- دارای مهارت‌های تحلیلی قوی
- خلاق و مبتکر
- دارای فراست حرفه‌ای در عمل
- دارای ویژگی‌های فردی همچون پویایی، زیرکی، عکس‌العمل و انعطاف‌پذیری
- آشنا به مبانی اخلاق حرفه‌ای و متعهد به آن
- برقرارکننده ارتباط قوی
- آشنا با اصول تجارت و مدیریت

1. Engineering Science Approach

2. Entrepreneurial/Enterprising Engineer

- دارای درک اصول رهبری و توانایی در به‌کارگیری مؤثر آن
- فراگیری مادام‌العمر

بنابراین با توجه به فاصله ایجاد شده بین توانایی‌های علمی و عملی دانش‌آموختگان مهندسی، مراکز آموزشی مهندسی به بازنگری برنامه‌های خود پرداختند. در همین خصوص، گروهی از دانشگاه‌ها به محوریت دانشگاه ام.آی.تی[1] آمریکا، اجرای طرحی ابتکاری را برای انجام دادن اصلاحات در آموزش مهندسی آغاز کردند [۴]. از مهم‌ترین وجوه این برنامه تأکید بر فعالیت‌های عملی و هدایت آموزش‌های دانشگاهی به سمت نیازهای صنعت و بازار کار است. هدف کلی این برنامه تربیت دانشجویانی با توانایی‌هایی همچون دانش کاربردی عمیق از مبانی فنی، خلق و بهره‌برداری از محصولات، فرایندها و سیستم‌های جدید و درک اهمیت و تأثیر راهبردی پژوهش و توسعه فناوری در جامعه است. نگرش جدید بر این پیش‌فرض استوار است که دانش‌آموختگان مهندسی باید بتوانند سیستم‌های پیچیده مهندسی را در محیطی مدرن و مبتنی بر کار گروهی، برای خلق محصولات و سیستم‌ها تعریف، طراحی و اجرا کنند و آن‌ها را به کار ببرند (شناسایی، طراحی، ساخت، بهره‌برداری)[2]. در این روش الگویی ارائه می‌شود که ضمن اتکا به مبانی مهندسی، بر چهار وجه یادشده تأکید می‌کند. روش پیشنهادی غنی از پروژه‌های دانشجویی است که با کارآموزی در صنعت تکمیل می‌شود و همچنین، بر یادگیری فعال و گروهی، هم در کلاس و هم در کارگاه‌ها و آزمایشگاه‌های مدرن و نیز بر فرایندهای ارزیابی و قضاوت دقیق متکی است. مراکز آموزشی مختلف می‌توانند این برنامه را بسته به شرایط خود به کار بگیرند. تاکنون بیش از پنجاه مؤسسه آموزشی عالی مهم از قاره‌های مختلف، این روش را به‌کار بسته‌اند.

بنابراین در شرایط فعلی ، بازنگری در اهداف، اصلاح برنامه‌ها و تدوین روش‌های نوین آموزش مهندسی متناسب با تحولات جهانی و نیازهای کشور به‌ویژه در زمینه فناوری بیش از پیش احساس می‌شود. انتقال و توسعه فناوری مستلزم توجه به عواملی است که در تسهیل و تسریع این امر مؤثرترند. دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی از تأثیرگذارترین این عوامل هستند که در تولید و توسعه فناوری‌های مورد نیاز و انتقال آن به صنعت، نقش حد واسط را در انطباق تغییرات اقتصادی با تحولات اجتماعی ایفا می‌کنند [۵]. صنایع نیز برای استفاده کامل از فناوری‌های ایجاد شده (از مرحله تولید تا مرحله تجاری‌سازی ایده) با دانشگاه‌ها همکاری می‌کنند [۶]. ایجاد ارتباط میان بخش دانشگاهی و صنعتی از مهم‌ترین موضوعات سیاست‌گذاری نوآوری در چارچوب نظام ملی نوآوری در کشورهای مختلف با ورود به سمت دانشگاه‌های نسل چهارم؛ یعنی دانشگاه‌های مبتنی بر خلاقیت و نوآوری خواهد بود [۷]. در حالی که دانشگاه‌های کشورهای پیشرفته با تکمیل اهداف نسل سوم آماده انتقال به نسل چهارم هستند، دانشگاه‌های ما در نسل دوم متوقف شده‌اند و باید این عقب‌افتادگی با سرعت بیشتری جبران شود. در برنامه‌های فعلی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، تجاری‌سازی علم و تولیدات علمی بجای تجاری‌سازی آموزشی مد نظر قرار گرفته و یکی از راه‌های رسیدن به این هدف، افزودن درس‌های مرتبط با تجاری‌سازی علم و فناوری و کارآفرینی، به درس‌های اختیاری رشته دانشگاهی ذکر شده است [۸]. برای تحقق اقتصاد مقاومتی، وزارت علوم، تحقیقات و فناوری سی برنامه عملیاتی در نظر دارد که برنامه‌های متناظر با سیاست «ارتقای کیفیت دوره‌های آموزشی با تکیه بر دو بعد روزامدی علمی و مهارت‌آموزی» عبارت‌اند از [۹]:

۱- تمهید شرایط لازم برای تحول دانشگاه‌های کارآفرین

1. Massachusetts Institute of Technology (MIT)

2. Conceive, Design, Implement, Operate (CDIO)

۲- رقابتی کردن دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی در ارائه دوره‌ها و مطالب با کاربرد بیشتر
۳- توسعه دوره‌های دوگرایشی و میان‌رشته‌ای
۴- بازنگری سر فصل دروس با هدف روزامد کردن علمی آموزش‌ها و افزایش مهارت‌آموزی برمبنای نیاز بازار
۵- ارتقای دوره‌های کارآموزی به کارورزی[1] و ایجاد دوره‌های Coop

بنابراین در این مقاله ابتدا فناوری، مهندسی، ارتباط بین فناوری و مهندسی و جایگاه ایران در فناوری دنیا بررسی شده و سپس به دروس مورد نیاز برای توسعه فناوری در آموزش مهندسی پرداخته می‌شود و با مطالعه برنامه‌های درسی کارشناسی و کارشناسی ارشد پنج رشته مهندسی برق، مکانیک، پلیمر، شیمی و صنایع، دروس مورد نیاز برای توانمندسازی دانشجویان مهندسی، جهت توسعه فناوری در دانشگاه ارائه می‌شود و در مرحله بعد، توسعه رشته‌های کارشناسی و کارشناسی ارشد مرتبط با فناوری و نیز رشته‌های بین‌رشته‌ای مطالعه و بررسی شده و سپس ارتباط مؤثرتر صنعت با دانشگاه در آموزش مهندسی بررسی می‌شود و در نهایت نیز به افزایش توانایی اعضای هیأت علمی در توسعه فناوری پرداخته می‌شود.

۲- تعریف فناوری[2]

«فناوری، خلاقیت و نوآوری، عملی انسانی است که با استفاده از دانش فرایندهای مربوطه و داشتن مهارت در اثر کسب تجربه به راه‌اندازی نظام‌هایی می‌پردازد که مشکلات را حل کرده و قابلیت‌های انسانی را گسترش دهد.»[3] در این تعریف توجه به دو نکته ضروری است: نخست اینکه، فناوری با نوآوری همراه است و دوم اینکه، فناوری، دانش و فرایندهای مرتبط با حل عملی مشکلات و گسترش توانمندی‌های آدمی را موجب می‌شود. به عبارتی، فناوری به عنوان نمودی از «عملی شدن علم» برای «حل مشکلات عملی و گسترش توانمندی‌های انسانی»، بخشی از مطالعه علم و تولیدات علمی به شمار می‌رود. فناوری در همه زمینه‌ها از علوم انسانی و علوم پایه تا رشته‌های فنی مهندسی و حتی هنر وجود دارد، اما ضرورت و نیاز آن در رشته‌های فنی مهندسی مشخص‌تر و اثربخش‌تر است، بنابراین شفاف‌سازی ارتباط بین مهندسی و فناوری ضروری است.

۲-۱- مهندسی چیست؟

مهندسی مجموعه دانش، توانایی و مهارت‌هایی است که با استفاده از معلومات ریاضی و علوم طبیعی و با مطالعه، تمرین و تکرار حاصل شده و به جهت بهره‌گیری اقتصادی‌تر از نیروی انسانی، مواد اولیه و منابع طبیعی در جهت منافع بشریت از آن‌ها استفاده می‌شود.»[4]. برمبنای این تعریف، هدف مهندسی «بهره‌گیری اقتصادی‌تر از نیروی انسانی، مواد اولیه و منابع طبیعی در جهت منافع انسانی است [۱۰].»

۲-۲- ارتباط فناوری با مهندسی

بنا بر تعاریف فوق ملاحظه می‌شود که فناوری و مهندسی ارتباط متقابلی با هم دارند. به عبارتی، فناوری «عملی شدن علم» است و مهندسی «راه‌های بهره‌گیری اقتصادی‌تر از مواد اولیه و منابع انسانی در جهت منافع انسانی» است. بنابراین با روش‌های نوین نظام آموزش مهندسی، می‌توان فناوری را توسعه داد و با توسعه فناوری نیز مهندسین را برای ایفای وظیفه اصلی خود بیشتر و بهتر یاری کرد.

۲-۳- جایگاه ایران در فناوری

با وجود رشد خوب علمی کشور در رشته‌های علوم پایه و فنی مهندسی و ارتقای جایگاه ایران در منطقه،

1. Intership
2. Technology
3. International Technology Education Association(ITEA)
4. The Accrediation for Engineering and Technology

خاورمیانه و در سطح جهانی، متأسفانه ایران در فناوری یعنی "ایجاد و به‌کارگیری دانش علمی برای مقاصد عملی" جایگاه مناسبی ندارد. جدول (۱) رتبه جایگاه ایران در فناوری در مقایسه با سایر کشورهای جهان را برمبنای مدل‌های مختلفی که سازمان‌های جهانی هرساله آن را اندازه‌گیری، ارزیابی و اعلام می‌کنند، نشان می‌دهد. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود ایران برمبنای مدل شاخص ترکیبی دستیابی به فناوری در رتبه ۷۵، بر مبنای مدل شاخص ترکیبی اقتصاد دانش رتبه ۸۳ و بر مبنای مدل شاخص ترکیبی رقابت‌پذیری جهانی رتبه ۱۵۲ را در جهان دارد [۱۱،۱۲،۱۳]، بنابراین اقدام جدی و مستمر بر اساس یک برنامه‌ریزی علمی و عملی کوتاه و بلندمدت ضروری است. در این رابطه باید اقدام اصلی و زیربنایی از تجدیدنظر در برنامه‌های درسی رشته‌های فنی و مهندسی شروع شود و اجرای آن برای توسعه فناوری کشور بیش از پیش احساس می‌شود.

جدول ۱- جایگاه ایران در فناوری در دنیا [۱۱،۱۲،۱۳]

ردیف	مدل	سازمان ارزیابی‌کننده	سال ارزیابی	رتبه
۱	شاخص ترکیبی دستیابی به فناوری	سازمان ملل متحد (UNDP)	۲۰۱۴	۷۵
۲	شاخص ترکیبی اقتصاد دانش‌بنیان	بانک جهانی	۲۰۱۴ تا ۲۰۱۵	۸۳
۳	شاخص ترکیبی رقابت‌پذیری جهانی	مجمع جهانی اقتصاد	۲۰۱۴	۱۵۲

۳- توسعه فناوری در دروس دانشگاهی آموزش مهندسی

با توجه به مطالب فوق، یکی از اجزای اصلی نظام ملی نوآوری، دانشگاه‌ها هستند که وظیفه تربیت نیروی انسانی مناسب برای خلق دانش و توسعه فناوری مورد نیاز بنگاه‌ها را برعهده دارند. برای افزایش توان دانش‌آموختگان جهت توسعه فناوری در کشور می‌توان سه اقدام اساسی زیر را انجام داد:

۱. افزودن دروس مورد نیاز برای توسعه فناوری در سیستم آموزشی دانشگاه
۲. توسعه رشته‌های کارشناسی و کارشناسی ارشد (به‌ویژه رشته‌های بین‌رشتهای) مرتبط با فناوری
۳. استفاده مؤثر از امکانات و تجربیات صنایع و محیط‌های حر فه‌ای بیرون دانشگاه با ایجاد ارتباط مؤثر بین دانشگاه و صنعت در آموزش و پژوهش
۴. افزایش توانایی اعضای هیأت علمی برای توسعه فناوری

۳-۱- افزودن دروس مورد نیاز توسعه فناوری در سیستم آموزشی دانشگاه

در حوزه تعلیم و آموزش مهندسان هدف تربیت دانش‌آموختگانی است که دارای سه ویژگی عمده زیر باشند:

- داشتن توانایی‌های عمومی
- داشتن توانایی در دانش پایه
- داشتن توانایی در روش‌ها و تکنیک‌های حرفه‌ای اجرایی و تولید

طی سه دهه گذشته هر سه ویژگی فوق مورد توجه تربیت‌کنندگان مهندسان در دانشگاه‌ها به‌صورت محدود بوده است. گرچه نوساناتی در مجموع واحدهای درسی در ویژگی دوم و سوم صورت گرفته، ولی تعداد واحدهای دروس گروه اول تقریباً ثابت و بالغ بر ۱۸درصد مجموع واحدهای دوره بوده است. تغییر و تحول هم در ویژگی‌های دوم و سوم و هم در ویژگی اول در دو دهه اخیر چشمگیر نبوده و تقریباً یکنواخت بوده و آموزش یکسانی ارائه شده است [۱۴].

با توجه به ارتباط تنگاتنگ مهندسی و فناوری، و این حقیقت که فناوری عاملی راهبردی برای توسعه اقتصادی کشورها است، مطالعاتی در زمینه آموزش مهندسی و توسعه فناوری در سطوح مختلف کشور

انجام شده که چگونگی آموزش فناوری در سطوح مختلف ارائه شده است [۱۰]. برمبنای این مطالعات علاوه بر آشنایی با علوم و فنون نوین در رشته تخصصی و نیز داشتن دانش و استدلال فنی، تدریس منظم فناوری از طریق دروس دانشگاهی در رشته‌های فنی و مهندسی ضروری بوده و اهم محورهای اصلی دروس عبارت‌اند از:

- اعمال اصول اقتصادی، قابلیت اطمینان، طول عمر و دوام در طراحی
- نیازسنجی، اصول و فنون مذاکره
- آشنایی با انواع ثبت اختراع و مراحل آن
- آشنایی با اصول استاندارد و اعمال ضوابط مربوطه در طراحی
- آشنایی با انواع عقود، مباحث مالی، اقتصاد مهندسی، اصول مدیریت و مدیریت پروژه

همچنین در برنامه‌های فعلی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، تجاری‌سازی علم و تولیدات علمی به‌جای تجاری‌سازی آموزشی مد نظر قرار گرفته و از راه‌های رسیدن به این هدف، افزودن درس‌های مرتبط با تجاری‌سازی علم و فناوری و کارآفرینی، به درس‌های اختیاری رشته‌های دانشگاهی ذکر شده است[۸]. بنابراین مهارت‌های کسب و کار و قوانین و مقررات مربوط به آن می‌تواند در برنامه درسی دروس مهندسی برای توسعه فناوری گنجانده شود تا مهندسین توانا و کارآفرین تربیت شوند.

کسب‌وکار مانند سایر امور زندگی اصولی دارد که باید در یک فرایند تدریجی آموخته شود. برای این منظور باید فرهنگی در جامعه به‌وجود آید که افراد علاوه بر داشتن مهارت‌های اصلی کسب‌وکار، «نگاه کسب‌وکارانه" نیز داشته باشند، بنابراین دروس زیر برای داشتن این مهارت ارائه می‌شود [۱۵]:

الف) مهارت‌های کسب‌وکار

۱- مهارت‌های مدیریتی (مهارت رهبری - مهارت سازماندهی - مهارت برنامه‌ریزی - مهارت مدیریت برنامه‌ریزی- مهارت مدیریت مشارکتی)
۲- مهارت‌های فنی (مهارت مالی و حسابداری- مهارت بازاریابی - مهارت فناوری)
۳- مهارت ارتباطی (مهارت گفتاری - مهارت گوش دادن - مهارت بازخورد- مهارت ارتباط با همکاران (کارگروهی) - مهارت ارتباط با مشتری - مهارت مذاکره)
۴- مهارت‌های طراحی کسب‌وکار

ب) قوانین و مقررات کسب‌وکار (قوانین و مقررات مالیاتی - قانون کار - قانون تأمین اجتماعی و بیمه بیکاری - قوانین تجاری (ثبت شرکت‌ها)- قوانین تجارت الکترونیک – قوانین گمرکی)

تعداد کمی از دانشگاه‌ها برای توسعه مباحث مربوط به کسب‌وکار، آن را به‌صورت دروس اختیاری در دوره کارشناسی مطرح کرده‌اند؛ برای نمونه، دانشگاه صنعتی امیرکبیر در صدد اجرای مباحث زیر در دوره کارشناسی به‌صورت دروس اختیاری است [۱۶].

- اصول تدوین کسب‌وکار و آشنایی با نرم‌افزار کامفار
- آشنایی با قوانین تجارت، مالیات و تأسیس شرکت‌های دانش‌بنیان
- اصول اقتصاد کلان و حسابداری برای مدیران
- اصول تجارت خارجی و قوانین صادرات و واردات
- ساختار سازمانی و مبانی توسعه منابع انسانی
- بررسی موارد شکست و موفقیت طرح‌های کارآفرینی
- بازدید از طرح‌های موفق حاصل از کارآفرینی در کشور

از دیدگاهی دیگر، مهندس باید از دانش مربوط به تخصص خود برخوردار باشد. این دانش را به‌روز نگه‌دارد

و با ابتکار و خلاقیت بتواند مسائل مربوط به سلامت، بهداشت، درمان، آموزش، کشاورزی، مسکن، حمل و نقل، صنعت و سایر مسائل مرتبط با تخصص خود را حل کند و در نهایت، آسایش و رفاه بیشتری را برای مردم فراهم آورد. جوامع پیشرفته صنعتی در دو دهه گذشته بر آن شده‌اند که به موضوع اخلاق در رشته‌های مختلف علوم و از آن جمله مهندسی بیش از پیش بپردازند، به‌گونه‌ای‌که از طریق این اخلاق، مهندسان شخصاً ناظر و مراقب رفتارهای خود باشند. مهندسی که از اخلاق مهندسی برخوردار است، رسالت خود را در ارائه مؤثرترین خدمت بی‌ریا به کسانی که بیشترین نیاز را دارند، می‌داند و در جهت تحقق این رسالت گام برمی‌دارد. این دانش در حوزه بین‌رشته‌ای اخلاق و مهندسی است که مهم‌ترین هدف آن تأمین امنیت، رفاه و آسایش انسانی در حوزه مهندسی است [۱۷]. در حال حاضر درسی با عنوان «اخلاق در مهندسی» یا «اخلاق در آموزش مهندسی» در بیشتر دانشگاه‌های آمریکا، اروپا، استرالیا و چین تدریس می‌شود. در طول گذراندن این واحد درسی، دانشجویان با شرکت در مباحث کلاسی، ارائه سمینار و مقاله، شرکت در سخنرانی‌های ارائه شده توسط استادان مدعو و کارگروهی با موارد مذکور آشنا می‌شوند و طرز رفتار مناسب با شأن مهندس را می‌آموزند [۱۸].

در کشور ایران نیز درس «اخلاق مهندسی» در دو واحد در دروس عمومی با سرفصل‌های زیر طراحی و در بعضی از دانشگاه‌ها به‌صورت واحد انتخابی ارائه می‌شود [۱۹]:

اخلاق و حرفه مهندسی، روحیه انتقادپذیری، روحیه کارگروهی، رفتار مهندسی همچون جامعه مورد آزمایش، تعهدات برای حفظ ایمنی، مسئولیت‌پذیری در محیط کار و راستگویی، امانت، صداقت و درستکاری، اخلاق زیست‌محیطی، موضوعات جهانی، مهندسین و برنامه‌های فناورانه.

بنابراین با توجه به موارد فوق، دروس مورد نیاز برای توسعه فناوری در رشته‌های فنی و مهندسی مورد نظر باید مطالعه و تجزیه و تحلیل شود.

۳-۱-۱- برنامه‌های درسی رشته‌های مختلف مهندسی

برنامه‌های آموزشی در کلیه گرایش‌های دوره‌های کارشناسی و کارشناسی ارشد مهندسی برق، مهندسی مکانیک، مهندسی پلیمر، مهندسی شیمی و مهندسی صنایع با هدف توسعه فناوری باید در شورای عالی برنامه‌ریزی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری در گروه فنی و مهندسی بررسی، بازنگری و مصوب شود. در جدول (۲)، دروس مفید در توسعه فناوری و در کلیه رشته‌های مورد مطالعه ارائه شده است.

جدول ۲- دروس مورد نیاز برای توسعه فناوری

ردیف	عنوان
۱	قابلیت اطمینان، طول عمر و دوام در طراحی، اعمال اصول اقتصادی
۲	روش‌های طراحی نوین مهندسی
۳	روش‌های ساخت و تولید نوین
۴	اقتصاد مهندسی
۵	اصول مدیریت، مدیریت پروژه، مباحث مالی و آشنایی با انواع عقود و قوانین کسب‌وکار
۶	بازاریابی و فروش، نیازسنجی، اصول و فنون مذاکره (مهارت‌های ارتباطی)، تجاری‌سازی طرح‌ها
۷	انواع ثبت اختراع و مراحل آن، ریسک‌پذیری و آشنایی با استاندارد
۸	اخلاق مهندسی

دروس پیشنهادی در جدول (۲) به صورت مشترک مورد نیاز همه رشته‌ها در توسعه فناوری است و جدول (۳) وضعیت فعلی دروس مرتبط با توسعه فناوری را در مقطع کارشناسی و کارشناسی ارشد، پنج رشته مهندسی نشان می‌دهد.

۳-۱-۲- پیشنهادها

شورای برنامه‌ریزی آموزش عالی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری در طراحی و بازنگری، دروس کارشناسی رشته‌های فنی و مهندسی را در متوسط زمان چهار سال، ۱۴۰ واحد درسی در نظر گرفته که به‌طور عمده شامل موارد زیر است:

- دروس عمومی ۲۲-۲۰ واحد درسی
- دروس پایه ۲۶- ۲۰ واحد درسی
- دروس اصلی و تخصصی ۶۵- ۵۰ واحد درسی
- دروس تخصصی اختیاری و انتخابی ۴۰- ۲۰ واحد درسی

همچنین این شورا دوره کارشناسی ارشد را معادل ۳۲ واحد طراحی کرده که به‌طور عمده به قرار زیر است:

دروس اصلی و تخصصی ۲۴واحد
سمینار ۲ واحد
پایان‌نامه ۵ واحد

با توجه به مطالعات انجام شده، توسعه فناوری در دروس دوره کارشناسی می‌تواند به‌صورت زیر باشد:

الف – آشنایی با اصول و مبانی علمی
ب – آشنایی با برخی از کاربردها
ج- آشنایی با اصول و مبانی فناوری

همچنین توسعه فناوری در دروس کارشناسی ارشد می‌تواند به‌صورت زیر باشد:

الف- توسعه و گسترش علم
ب – تبدیل علم به فناوری

جدول ۳- وضعیت دروس برنامه کارشناسی و کارشناسی ارشد مهندسی و دروس مرتبط با فناوری

ردیف	رشته مهندسی	مقطع کارشناسی		مقطع کارشناسی ارشد	
		دروس	وضعیت فعلی	دروس	وضعیت فعلی
۱	مهندسی برق	اقتصاد مهندسی	در کلیه گرایش‌ها تدریس می‌شود.	- قابلیت اطمینان - برنامه‌ریزی و مدیریت - اقتصاد انرژی	در بعضی از گرایش‌ها
۲	مهندسی پلیمر	اقتصاد و طرح مهندسی	در کلیه گرایش‌ها به صورت اصول طراحی کارخانه تدریس می‌شود.	–	–
		مدیریت صنعتی	در بعضی گرایش‌ها ۲ واحد درس انتخابی است.	–	–
۳	مهندسی صنایع	اقتصاد مهندسی، مباحث مدیریت، مدیریت پروژه	در کلیه گرایش‌ها تدریس می‌شود.	مدیریت منابع انسانی قابلیت اطمینان	در بیشتر گرایش‌ها
۴	مهندسی شیمی	اقتصاد و طرح مهندسی	مربوط به اصول طراحی کارخانه است.	–	–
۵	مهندسی مکانیک	مدیریت و کنترل پروژه	در کلیه گرایش‌ها	اقتصاد مهندسی	جزو دروس تخصصی در بعضی گرایش‌ها
		اقتصاد و انرژی در ایران و جهان	یک درس اختیاری در یک گرایش	قابلیت اطمینان	در بعضی از گرایش‌ها

بنابراین با توجه به جدول‌های (۲) و (۳)، پیشنهاد می‌شود که دروس مرتبط با توسعه فناوری در مقاطع تحصیلی کارشناسی و کارشناسی ارشد در پنج رشته مهندسی برق، مهندسی مکانیک، مهندسی پلیمر، مهندسی شیمی و مهندسی صنایع قرار گیرند.

در مقطع کارشناسی یا کارشناسی ارشد، چهار درس روش‌های طراحی نوین مهندسی، قابلیت اطمینان و طول عمر و دوام در طراحی، اقتصاد مهندسی و روش‌های ساخت و تولید نوین در دروس اصلی و تخصصی و دروس دیگر می‌تواند جزو دروس عمومی این رشته‌ها قرار گیرند. جدول‌های (۴) و (۵) این دروس را نشان می‌دهند.

جدول ۴- دروس توسعه فناوری در دروس اصلی و تخصصی رشته‌های کارشناسی یا کارشناسی ارشد فنی و مهندسی

ردیف	رشته	درس کارشناسی و کارشناسی ارشد
۱	مهندسی برق	قابلیت اطمینان و طول عمر و دوام در طراحی در مسائل برقی روش‌های طراحی نوین مهندسی در سامانه‌های برقی روش‌های ساخت و تولید نوین مهندسی در سامانه‌های برقی
۲	مهندسی مکانیک	قابلیت اطمینان و طول عمر و دوام در طراحی در مسائل مکانیکی اقتصاد مهندسی در طرح‌های مکانیکی روش‌های طراحی نوین مهندسی در سامانه‌های مکانیکی روش‌های ساخت و تولید نوین مهندسی در سامانه‌های مکانیکی
۳	مهندسی پلیمر	قابلیت اطمینان و طول عمر و دوام در طراحی در سامانه‌های پلیمری اقتصاد مهندسی در سامانه‌های پلیمری روش‌های طراحی نوین مهندسی در سامانه‌های پلیمری روش‌های ساخت و تولید نوین مهندسی در سامانه‌های پلیمری
۴	مهندسی شیمی	قابلیت اطمینان و طول عمر و دوام در طراحی در سامانه‌های شیمیایی اقتصاد مهندسی در سامانه‌های شیمیایی روش‌های طراحی نوین مهندسی در سامانه‌های شیمیایی روش‌های ساخت و تولید نوین مهندسی در سامانه‌های شیمیایی
۵	مهندسی صنایع	قابلیت اطمینان در تضمین کیفیت روش‌های طراحی و تولید نوین مهندسی در سامانه‌های صنعتی

جدول ۵- دروس توسعه فناوری در دروس عمومی رشته‌های کارشناسی فنی و مهندسی

ردیف	عنوان
۱	اصول مدیریت، مدیریت پروژه، مباحث مالی و آشنایی با انواع عقود و قوانین کسب‌وکار
۲	بازاریابی و فروش، نیازسنجی، اصول و فنون مذاکره (مهارت‌های ارتباطی)، تجاری‌سازی طرح‌ها
۳	انواع ثبت اختراع و مراحل آن، ریسک‌پذیری و آشنایی با استاندارد
۴	اخلاق مهندسی

۳-۲- توسعه رشته‌های کارشناسی و کارشناسی ارشد مرتبط با فناوری

در چند سال اخیر رشته‌هایی در دانشگاهای صنعتی ایجاد شده که اهم مأموریت آن‌ها توسعه فناوری است. علاوه برگنجاندن دروس مرتبط با توسعه فناوری در رشته‌های فنی و مهندسی، لازم است که این رشته‌ها به‌ویژه رشته‌های میان‌رشته‌ای فناوری، گسترده و تقویت شده و برنامه‌های آموزشی برای تحقق اقتصاد مقاومتی تکمیل شود. از رشته‌های فناورانه دانشگاه‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

الف) رشته مهندسی مکانیک- گرایش ساخت و تولید در مقاطع کارشناسی و کارشناسی ارشد

هدف این گرایش همان‌طور که از نام آن پیدا است تربیت مهندسانی است که در کنار آشنایی با مبانی علمی با آخرین فناوری‌های ساخت و تولید آشنا بوده و بتوانند علم را به فناوری و فناوری را به تولید بهینه ارتباط دهند . بنابراین لازم است برای توسعه فناوری به این رشته توجه ویژه شود.

ب) رشته کارشناسی ارشد نانوفناوری

این رشته فناوری که دوره کارشناسی ارشد مهندسی پلیمر است، با هدف کاربرد روزافزون پلیمرها

در صنعت و زندگی روزمره ایجاد شده و فارغ‌التحصیلان آن مهندسانی فناور در حیطه کار هستند.

ج) رشته کارشناسی ارشد مهندسی مکاترونیک

این رشته که بین رشته‌های مهندسی مکانیک و مهندسی الکترونیک به صورت میان‌رشته‌ای ایجاد شده است از اصول و مبانی مهندسی مکانیک و مهندسی الکترونیک به صورت توامان در طراحی سامانه‌های مکاترونیکی از جمله حساسه‌ها، عملگرها، روبات‌ها و سامانه‌های میکروالکترومکانیکی استفاده می‌کند. مهندسین مکانیک، برق، رایانه و پزشکی می‌توانند در این رشته ادامه تحصیل دهند. مکاترونیک، رشته‌ای فناورانه بوده و ضروری است که در کنار دروس تخصصی مرتبط با تخصص مکاترونیک، دروس فناوری نظیر قابلیت اطمینان، برنامه‌ریزی و کنترل تولید و کیفیت، مدیریت کیفیت و عملیات، مدیریت تجاری و بازرگانی، طراحی نوین، اندازه‌گیری دقیق نیز مطالعه شود. دانش‌آموختگان این رشته دارای بازار کار بیشتری نسبت به سایر رشته‌ها در کاربرد و توسعه فناوری هستند.

۳-۳- ارتباط مؤثرتر صنعت با دانشگاه در آموزش مهندسی

همان‌گونه که مشهود است سه جزء اصلی نظام ملی نوآوری دانشگاه، دولت و صنعت هستند که هریک اهداف، سازوکار و کارکردهای مربوط به خود را دارند. تعامل این اجزا با یکدیگر عامل بسیار مهمی در کارکرد نظام ملی نوآوری است. به‌طور عمده، صنعت و دانشگاه در ایران از مقوله‌های وارداتی هستند و در اثر یک نیاز درون‌زای اجتماعی مطرح و ایجاد نشده‌اند. عقل بازاری صنعت، زبان علمی دانشگاه را نمی‌فهمد و وجود زبانی مشترک هم برای دانشگاه و هم صنعت در توسعه فناوری کشور ضروری است.

از سالیان قبل در دوره کارشناسی مهندسی دروسی اجباری به عنوان کارآموزی پیش‌بینی شده که از سال سوم به بعد دانشجویان در دو مرحله و هر مرحله یک واحد به‌طور معمول در ترم تابستان آن را انجام می‌دهند. از طرف دیگر، از اواخر سال ۱۳۶۱، دفاتر ارتباط صنعت و دانشگاه در صنایع و دانشگاه‌های کشور برای ایجاد ارتباط صنعت و دانشگاه راه‌اندازی شدند که مهم‌ترین وظایف آن‌ها عبارت‌اند از [۲۰]:

- دریافت پروژه‌های پیشنهادی و مورد نیاز صنایع و انجام تحقیقات در مورد آن‌ها
- پیگیری تشکیل کلاس‌های بازآموزی شاغلان بخش صنعت در دانشگاه
- معرفی کادر علمی دانشگاه‌های نیازمند گذراندن دوره‌های علمی به مراکز صنعتی منطقه
- آشنایی و ارزیابی دقیق مراکز صنعتی و تماس مستمر با آن‌ها در جهت تعیین ظرفیت‌ها، زمینه‌ها و امکانات همکاری موجود به منظور اعزام کارآموزان و کارمندان به واحدها، مراکز و ...

اما با وجود هزینه‌ها و تلاش‌های صورت گرفته، ارتباط مثمرثمری ایجاد نشده است که مهم‌ترین مسائل و مشکلات برای برقراری این ارتباط مؤثر عبارت‌اند از:

الف) صنعت

- تمایل صنعت به تداوم و حفظ وضعیت موجود
- توجه صنایع به منافع کوتاه‌مدت اقتصادی و نداشتن آینده‌نگری
- استفاده بیش از حد از تجربه‌های کشورهای دیگر به‌جای استفاده از نتایج پژوهش‌های داخل کشور
- عدم اعتماد به نفس مدیران و کارشناسان

ب) نظام آموزش مهندسی

- غیرهدفمند و مدرک‌گرا بودن آموزش در کشور به‌علت تشویق خانواده‌ها در مدرک‌گرایی به‌دلیل فخرفروشی و رقابت کاذب

- توسعه بی‌رویه کمی آموزش عالی به‌دلیل تقاضاهای کاذب
- تأکید بر افزایش محفوظات دانشجویان به‌جای پرورش خلاقیت و نوآوری در آن‌ها
- ضعف در ایجاد هرم سطوح مختلف از عالم و دانشمند تا مهندس و تکنسین

بنابراین برای تقویت ارتباط صنعت با دانشگاه در نظام آموزش مهندسی موارد زیر پیشنهاد می‌شود.

۳-۳-۱- بازدید

تدارک برنامه‌های بازدید حین تحصیل از مراکز صنعتی با همراهی اعضای هیأت علمی دانشگاه می‌تواند اثر به‌سزایی در دیدگاه فناورانه دانشجویان داشته باشد. صنعت نیز در این ارتباط می‌تواند با اقدامات زیر مثمرثمرتر باشد:

- ارائه امکانات و همکاری مناسب در برگزاری دوره‌های کارآموزی و کارورزی
- فراهم‌سازی زمینه برای بازدید دانشجویان از مراکز صنعتی
- دادن اطلاعات واقعی به دانشجویان و اعضای هیأت علمی برای انجام دادن پایان‌نامه‌ها و پروژه‌های تحقیقاتی

۳-۳-۲- دوره‌های همکاری مشترک

- **طرح coop**

این طرح که بیشتر در دانشگاه‌های آمریکا و کانادا رواج دارد یکی از انتخاب‌ها برای اخذ مدرک لیسانس است. این طرح به‌گونه‌ای برنامه‌ریزی شده که دانشجو باید پنج ترم از تحصیلات خود را به‌صورت تمام‌وقت در صنعت به کار و کسب تجربه بپردازد. این ترم‌ها به ترم کاری[1] معروفند و براساس رشته و چینش دروس، در طول پنج سال تحصیل دانشجوی لیسانس پخش شده‌اند. همواره به‌ازای کارکرد دانشجو دستمزد مناسبی بسته به سطح، درآمد و نوع کار از سوی کارفرمایان پرداخت می‌شود.

مراحل جذب دانشجویان در این طرح به این صورت است که ابتدا مرکز صنعتی و شرکت‌های درگیر طرح، شرح مشاغل مورد نیازشان را همراه با جزییات سطح مهارت‌های مورد نیاز، وظایف، مسئولیت‌ها و حقوق و مزایا به دانشگاه (به‌طور معمول از طریق وب‌سایت یا ایمیل) اعلام می‌کنند. سپس ستاد CO-OP مستقر در دانشگاه، مشاغل تعریف شده را به اطلاع دانشجویان می‌رساند و آنان را در انتخاب مشاغل مورد علاقه‌شان راهنمایی می‌کند.

- **طرح EXTERN SHIP**

این طرح از طرح‌های ویژه دانشگاه MIT و VIRGINIA آمریکا است. انجمن فارغ‌التحصیلان دانشگاه MIT، نقش ستاد اجرایی طرح را برعهده دارند. این انجمن بانک اطلاعاتی کاملی از فارغ‌التحصیلان شاغل در بخش‌های مختلف صنایع آمریکا را جمع‌آوری کرده و با بیشتر فارغ‌التحصیلان ارتباط نزدیکی دارد. فارغ‌التحصیلان پیشنهاد کار را از طریق وب‌سایت انجمن در اختیار عموم دانشجویان می‌گذارند. سرپرستی دانشجو در این طرح بر عهده یکی از فارغ‌التحصیلان شاغل است. او حداکثر طی یک ماه دانشجو را در جریان کارهایی که باید انجام دهد قرار داده و حتی می‌تواند او را در یک پروژه که در حال انجام است مشارکت دهد. یکی از محاسن بزرگ این طرح این است که حلقه اتصال نسل‌های مختلف فارغ‌التحصیلان بدین ترتیب مستحکم شده و دانشجویان می‌توانند از تجربه فارغ‌التحصیلانی که توانسته‌اند با موفقیت دوران تحصیل را سپری کرده و مشغول به‌کار شوند، استفاده کرده و به این ترتیب راهکارهای ورود به دنیای کار را از آنان بیاموزند.

1. Work term

۳-۴- افزایش توانایی اعضای هیأت علمی برای توسعه فناوری

فعالیت اعضای هیأت علمی اثر به‌سزایی در توسعه فناوری در دانشگاه‌ها دارد. اهم اقداماتی که می‌تواند توانایی اعضای هیأت علمی را در توسعه فناوری افزایش دهد عبارت‌اند از:

- ایجاد فرصت کار حرفه‌ای در صنعت
- همکاری با افرادی در صنعت در پروژه‌های آموزشی و پژوهشی
- افزودن تجربه مهندسی به عنوان ملاکی بر استخدام و ارتقای اعضای هیأت علمی
- افزایش توانایی تدریس اعضای هیأت علمی در توسعه فناوری با:

-- به اشتراک گذاشتن ایده به دانشجویان و کار گروهی
-- گذاشتن دوره‌های بازآموزی در روش تدریس و ارزش‌یابی برای اعضای هیأت علمی
-- به‌کارگیری روش‌های مختلف ارزش‌یابی یادگیری دانشجویان

۴- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

با پیشرفت علم و فناوری و جهانی شدن آموزش مهندسی، ضرورت بازنگری مستمر اهداف، ساختارها و روش‌های نوین نظام آموزش مهندسی متناسب با نیازهای کشور با توجه به تحولات جهانی بیش از پیش احساس می‌شود. در برنامه‌های فعلی دانشگاه‌ها، باید تجاری‌سازی علم و تولیدات علمی به‌جای تجاری‌سازی آموزشی مد نظر قرار گیرد و یکی از راه‌های رسیدن به این هدف، افزودن درس‌های مرتبط با تجاری‌سازی علم و فناوری و کارآفرینی و همچنین توسعه رشته‌های مهندسی فناور است و دیگری ارتباط مؤثرتر بین صنعت و دانشگاه در آموزش مهندسی است. بنابراین در این مقاله موارد زیر بررسی شده است:

الف) دروس مرتبط با توسعه فناوری مطالعه شده و در پنج رشته کارشناسی و کارشناسی ارشد مهندسی (مهندسی برق، مهندسی مکانیک، مهندسی پلیمر، مهندسی شیمی و مهندسی صنایع) به‌صورت دروس تخصصی و اصلی (مرتبط با هر رشته تحصیلی) و نیز دروس عمومی ارائه شده که باید در برنامه درسی این دوره‌ها قرار گیرد.

دروس اصلی و تخصصی عبارت‌اند از:

- قابلیت اطمینان
- اقتصاد مهندسی
- روش‌های طراحی نوین مهندسی در سامانه‌ها

دروس عمومی عبارت‌اند از:

- اصول مدیریت، مدیریت پروژه، مباحث مالی و آشنایی با انواع عقود و قوانین کسب‌وکار
- بازاریابی و فروش، نیازسنجی، اصول و فنون مذاکره (مهارت‌های ارتباطی)، تجاری‌سازی طرح‌ها
- انواع ثبت اختراع و مراحل آن، ریسک‌پذیری و آشنایی با استاندارد
- اخلاق مهندسی

ب) توسعه رشته‌های کارشناسی و کارشناسی ارشد مرتبط با فناوری

بعضی از رشته‌های کارشناسی فنی و مهندسی بیشتر مرتبط با فناوری یعنی تولید محصول است و حتی کارشناسی ارشد بعضی از رشته‌های فنی و مهندسی نیز می‌تواند با هدف توسعه فناوری ایجاد و گسترش یابد. همچنین در ایجاد دوره‌های بین‌رشته‌ای با اولویت توسعه فناوری می‌توان مهندسان فناورتر و شایسته‌تری را برای کشور تربیت کرده که نمونه‌هایی از این رشته‌ها در این مقاله مطالعه شده است.

ج) ارتباط مؤثرتر صنعت با دانشگاه در آموزش مهندسی در ایران بررسی شده و جهت افزایش این ارتباط طرح‌هایی مثل بازدید، COOP یا EXTERN SHIP پیشنهاد می‌شود که ارتباط دانشجویان

مهندسی را با صنعت افزایش داده و سبب توسعه مهارت‌های آنان می‌گردد.

د) افزایش توانایی اعضای هیأت علمی برای توسعه فناوری مطالعه و پیشنهاد داده شد.

ضروری است برای بازبینی دروس مهندسی مرتبط با فناوری، سازمان‌ها و نهادهای مرتبط مانند شورای عالی انقلاب فرهنگی و وزارت علوم، تحقیقات و فناوری مطالعه اساسی را آغاز کنند و با اجرای طرح‌های پژوهشی و با نظرسنجی از اساتید خبره، فارغ‌التحصیلان و شاغلان فعلی رشته‌های فنی و مهندسی، بررسی جامع دروس را انجام داده و نتیجه آن را جهت بازبینی اساسی به نهادها و سازمان‌های ذی‌ربط ارجاع دهند تا مهندسان فناورتری برای کشور تربیت شوند.

منابع

[۱] معماریان، حسین. (زمستان ۱۳۹۰). «بازنگری آموزش مهندسی برای قرن ۲۱». *فصلنامه آموزش مهندسی ایران*، سال سیزدهم، شماره ۵۲، صص ۴۱-۶۵.

[۲] مطهری‌نژاد، حسین؛ یعقوبی، محمود؛ دوامی، پرویز. (زمستان ۱۳۹۰). «الزامات آموزش مهندسی با توجه به نیازهای صنعت در کشور ایران». *فصلنامه آموزش مهندسی ایران*، سال سیزدهم، شماره ۵۲، صص ۳۹-۲۳.

[3] National Academy of Engineering. , 2004, The Engineer of 2020, Vision of Engineering in the new century118 p, http://www.nae.edu

[4] Crawley, E, F, J. Malmqvist, S, Ostlund and D.R., Brodeur , 2007 Rethinking Engineering Education: The CDIO Approach, Springer, New York.

[۵] باقری‌نژاد، جعفر. (۱۳۸۷). «سیستم ارتباط دانشگاه و صنعت برای توسعه فناوری در ایران، سازوکارها و پیشنهادها». *فصلنامه سیاست علم و فناوری*، شماره ۱، ص ۲.

[۶] هداوند، سعید؛ صالحی، سیدرضا. (۱۳۹۱). «بررسی همکاری‌های دولت، دانشگاه و صنعت در نظام توسعه فناوری». *فصلنامه علمی- ترویجی صنعت و توسعه فناوری*، شماره ۱، ص ۲۹.

[۷] احمدی، وحید. (۱۳۹۲). «دانشگاه‌های نسل چهارم مبتنی بر نوآوری هستند». اختتامیه ششمین جشنواره فکر برتر، *نشریه گیلان امروز*، سال چهاردهم، شماره ۳۷۶۲، ص ۴.

[۸] فرهادی، محمد. (۱۳۹۳). «گزیده‌ای از سیاست‌ها و برنامه‌های پیشنهادی دکتر فرهادی جهت اجرا در وزارت علوم، تحقیقات و فناوری ارائه شده مجلس شورای اسلامی». ص۳-۲؛ www.msrt.ir

[۹] همشهری online. (خرداد ۱۳۹۴). ۳۰ برنامه عملیاتی وزارت علوم برای تحقق اقتصاد مقاومتی؛ http://hamshahrionlines.ir/details/97916

[۱۰] شیخان، ناهید؛ بختیاری‌نژاد، فیروز. (۱۳۹۳). «نقش شناسایی شاخص‌های ارزیابی فناوری در توسعه آموزش‌های مهندسی». *فصلنامه آموزش مهندسی ایران*، سال شانزدهم، شماره ۶۳، صص ۳۸-۲۵.

[11] United Nations Development Programme(UNDP), 2015 "Summary Human Development Report2014",page 15.

[12] World Economic Forum(WEF), 2015" The Global Competitiveness report 2014-2015), page 13.

[13] The World Bank, 2015 "Doing Business 2014", page 3.

[۱۴] یعقوبی، محمود. (۱۳۸۹). «مسئولیت اخلاق حرفه‌ای در آموزش مهندسی». *فصلنامه آموزش مهندسی ایران*. سال دوازدهم، شماره ۴۶، صص ۳۵-۲۳.

[۱۵] حسینی، سید احمد. (۱۳۹۳). «جزوه کلاسی» درس مهارت‌ها و قوانین کسب‌وکار، دانشکده کارآفرینی دانشگاه تهران، صص ۴۱-۱؛ www.ofoghfarda.persianblog.ir

[۱۶] دانشگاه صنعتی امیرکبیر. (۱۳۹۴). «برنامه راهبردی پژوهش و فناوری دانشگاه صنعتی امیرکبیر». صص ۳۲-۳۱.
[۱۷] ظهور، حسن؛ خلج، محمد. (۱۳۸۹). «ارکان اخلاق مهندسی». *فصلنامه آموزش مهندسی ایران*، سال دوازدهم ، شماره ۴۶، صص ۹۷-۸۳.
[۱۸] خوشدست، حمید؛ سام، عباس. (۱۳۸۸). «ارائه الگویی برای آموزش مؤثر اخلاق مهندسی در دوره کارشناسی» *فصلنامه آموزش مهندسی ایران*. سال یازدهم، شماره ۴۳، صص ۱۰۸-۹۹.
[۱۹] شورای برنامه‌ریزی آموزش عالی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری؛ www.msrt.ir/fa/prog
[۲۰] یعقوبی، علی. (۱۳۸۷). «بررسی موانع و راهکارهای ارتباط صنعت با دانشگاه». شبکه تحلیلگران، صص ۸-۱.

Engineering Programs Revision for Technology Development

Firooz Bakhtiari[1], Nahid Sheikhan

Abstract

Creating linkages between academic and industrial sectors is one of the most important concerns in innovative policy-making within the framework of national innovation system in different developed and developing countries and the role of universities in management and planning of the countries is changing.The first generation universities' main objective was established based on direct instruction. The objective of second generation universities (currently) is changed to research-based education and training for performing research. In the third generation universities, along with training of human resources to create science and develop technology in order to resolve common issues and problems, entrepreneurship and wealth creation will be also included in their aims and plans. In addition to the duties of the third generation universities, the fourth generation universities should move toward creative and innovative education and creativity and innovation. In the early twentieth century, engineering education programs mostly had provided students with practical skills and experiences. But with advances in science and development in technical knowledge and creation of analytical and computational methods and the employment of fast and accurate computational tools, engineering education has tend toward engineering sciences. Since the 1990s, some changes on the path of optimizing the processes and reducing production costs have been occurred. Since the advancement of science and technology and globalization of engineering education, correspond with international developments, the continuous revision of objectives, structures and modern methods of engineering education system tailored to the needs of the country, more and more has become a matter of necessity. First, the paper discusses the definitions and status and global standing of Iran in the area of technology. Subsequently, it reviews the required courses in order to train human resources for technology development in the country. Afterward, by studying and reviewing the undergraduate and postgraduate programs curricula in five selected and more effective engineering majors including Mechanical Engineering, Electrical Engineering, Industrial Engineering, Chemical Engineering and Polymer Engineering as a case study and sample and to empower engineering students, the current shortcomings will be discussed.The next part studies the undergraduate, graduate and interdisciplinary majors which are more related to the area of technology. Afterward, the paper discusses the more effective options to amplify the linkages between university and industrial sectors in order to enrich the technology training in the engineering majors. At last, boosting the ability of faculty members in the development of technology will be discussed.

1. E-mail address: baktiari@aut.ac.ir

Keywords: Engineering Education, Technology, Innovation, Undergraduate Courses, Postgraduate Courses, Training Courses