

الزامات آموزش مهندسی با توجه به نیازهای صنعت در کشور ایران

حسین مطهری نژاد^۱، محمود یعقوبی^۲ و پرویز دوامی^۳

چکیده: افزایش رقابت جهانی شرکتها را مجبور کرده است تا شیوه عملیات خود را از نوع تکراری به نوع خلاق تغییر دهند. این تغییر کیفی به همراه شرایط حاکم و نوع صنایع فعال در هر کشور الزاماتی را برای آموزش مهندسی مطرح ساخته است که فقط از طریق سازماندهی مجدد مؤسسات آموزش مهندسی متناسب با آن الزامات می‌توان در جهت برآوردن نیازهای حال و آینده صنعت کشور گام برداشت. هدف این مقاله تعیین الزامات آموزش مهندسی با توجه به نیازهای صنعت در کشور ایران است. این پژوهش از نظر هدف کاربردی و از نظر نحوه گردآوری داده‌ها توصیفی - پیمایشی است. جامعه مورد مطالعه تحقیق شامل مهندسان برجسته ایرانی است که ۳۰ نفر از آنها به عنوان نمونه هدفمند انتخاب شدند. ابتدا با بررسی مستندات موجود نقش و اهمیت ارتباط با صنعت در نظام آموزش مهندسی مشخص و سپس، داده‌های به دست آمده از مصاحبه‌های نیمه سازمان یافته با مهندسان برجسته ایرانی از طریق روش کدگذاری و مقوله-بندی تحلیل شده است. نتایج حاکی از آن است که برای حل مسائل و مشکلات نظام آموزش مهندسی و صنعت باید بین دانشگاه، صنعت و دولت تعامل و ارتباط نزدیک و مستمری صورت گیرد؛ استفاده از کانالهای ارتباطی متنوع چون آموزش، تحقیق، مشاوره و برگزاری همایشها در برقراری ارتباط مؤثر دانشگاه و صنعت بسیار مهم است. علاوه بر دانش و تخصص فنی، توانایی دانش آموختگان مهندسی در زمینه مهارتهای طراحی و اجرا، حل مسئله، کار تیمی، برقراری ارتباط، خلاقیت و نوآوری، یادگیری مادام‌العمر، اخلاق مهندسی و برخورداری از انگیزه کافی اهمیت بالایی برای موفقیت حرفه‌ای آنان دارد. سرانجام، برای اینکه نظام آموزش مهندسی بتواند نیازهای حال و آینده صنعت کشور را برآورده کند، باید به الزاماتی چون همکاری و تعامل نزدیک با صنعت، تلفیق علم و عمل در آموزش مهندسی، انعطاف پذیر بودن، در نظر گرفتن نیازهای صنعت در برنامه‌ریزیهای آموزشی، اصلاح و بهبود مستمر برنامه‌های آموزش مهندسی و اصلاح نظام گزینش دانشجو جامعه عمل بیوشاند.

واژه‌های کلیدی: ارتباط دانشگاه - صنعت، نیازهای صنعت، شایستگیها، الزامات آموزش مهندسی.

۱. دانشجوی دکتری دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، گروه مدیریت آموزشی، تهران، ایران.

hmotahhari@yahoo.com

۲. استاد دانشگاه شیراز، دانشکده مهندسی، بخش مهندسی مکانیک، شیراز، ایران. yaghoubi@shirazu.ac.ir

۳. استاد دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده مهندسی و علم مواد، تهران، ایران. pdavami@razi-center.net

(دریافت مقاله: ۱۳۹۰/۴/۱۲)

(پذیرش مقاله: ۱۳۹۰/۸/۱۸)

۱. مقدمه

ماهیت ارتباط بین نظریه و عمل موضوع بحث و بررسی در سالهای بسیاری بوده است. نتایج نشان می‌دهد که نظریه باید راهنما و شکل دهنده عمل باشد و باید راه‌حلهایی برای حل مسائلی که در عمل رخ می‌دهد، ارائه کند [۱]. مهندسی در واقع، بین علم در یک طرف و جامعه در طرف دیگر قرار گرفته است و با کاربرد سیستماتیک اصول علمی و ریاضیات در جهت نتایج عملی برای بهبود شرایط زندگی واقعی سر و کار دارد [۲]. بنابراین، در آموزش مهندسی باید هم علم و هم عمل مورد تأکید قرار گیرد [۳] تا دانشجویان رشته‌های مهندسی بتوانند شایستگیهای مورد نیاز برای کارکردن در صنعت و محیطهای کاری قرن بیست و یکم را کسب کنند.

در طول چند دهه گذشته، آموزش مهندسی در کشورهای چندی پیوسته مورد انتقاد قرار گرفته است. در کشور فرانسه صاحبان صنعت در طول دهه ۱۹۹۰ در باره ناتوانیهای عملی مهندسان شکایت کردند، در حالی که در کشور بریتانیا یک دهه زودتر نارضایتی مشابهی بیان شد. در ایالات متحده آمریکا در طول دهه ۱۹۹۰ اعضای هیئت علمی بسیاری از دانشکده‌های مهندسی در باره بهترین شیوه اصلاح آموزش مهندسی در مقطع کارشناسی به بحث و گفتگو پرداختند. در بسیاری از دانشکده‌ها بحث اصلی این بود که آموزش مهندسی با نیازهای صنعت متناسب شود و در دانشکده‌های دیگر توجه جدی بر پایین بودن مهارتهای طراحی دانش آموختگان مهندسی متمرکز بود. در تمام موارد منتقدان از این شکایت کردند که آموزش مهندسی از جهتگیریهای عملی اولیه‌اش فاصله گرفته و با نیازهای واقعی بیش از پیش نامتناسب شده است [۴].

همچنین، در طول سه دهه گذشته، آموزش فنی و مهندسی در کشورهای در حال توسعه رشد زیادی داشته و تمرکز آموزش مهندسی در این کشورها بر تدریس مبانی فناوری از طریق کتابهای درسی بوده است. فقط تعداد کمی از مؤسسات دانش و مهارتهای مرتبط با نیازهای صنعت را به‌عنوان قسمتی از برنامه درسی به دانشجویان خود ارائه می‌کنند. برخی از دانشکده‌های مهندسی در دوره‌های زمانی کوتاهی دانشجویان خود را به محیطهای صنعتی می‌فرستند، ولی بیشتر دانشکده‌ها چشم‌انداز روشنی در زمینه راهبردهای مورد نیاز برای آگاه ساختن دانشجویان خود در خصوص نیازهای حال و آینده صنعت ندارند [۵]. این وضعیت در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه بیانگر فاصله گرفتن آموزش مهندسی از عمل است، فرایندی که بعضی وقتها از آن با عنوان "انحراف آکادمیک" یاد می‌شود؛ یعنی تغییر جهت یافتن از عمل به سوی علم [۴].

"رویکرد علم مهندسی"^۱ که در اروپا شروع شد، بعد از جنگ جهانی دوم در ایالات متحده آمریکا تقویت شد و توسعه یافت. دلیل اصلی مطرح شدن رویکرد علم مهندسی این بود که در آن زمان دانشمندان آمادگی بیشتری نسبت به مهندسان برای رو به رو شدن با فناوریهای جدید مانند رادار داشتند. در نتیجه، محتوای علمی و ریاضیات برنامه‌های درسی مهندسی افزایش یافت، در حالی که مقدار زمانی که دانشجویان برای کار آزمایشگاهی و فعالیتهای تخصصی و حرفه‌ای مهندسی صرف می‌کردند، کاهش یافت [۲]. مهم‌ترین سؤال در این زمینه این است که آیا رویکرد علم مهندسی برای برآوردن چالشهای آموزشی مهندسی در قرن بیست و یکم مناسب و کافی است؟ همان‌طور که آموزش مهندسی در گذشته برای انطباق با نیازهای جامعه تغییر یافته است، این تکامل و تغییر برای نشان دادن نیازهای قرن بیست و یکم نیز ضروری است. در این خصوص، روندهای اصلی آموزش مهندسی را می‌توان به شرح زیر دسته بندی کرد [۶]:

- قرن نوزدهم و نیمه اول قرن بیستم: "مهندس حرفه‌ای"^۲ همان‌طور که مهندسی یک حرفه متفاوت می‌شد، برنامه‌های اولیه آموزش مهندسی بر آماده کردن دانش‌آموختگان از طریق کارآموزی عملی تمرکز داشتند. به هر حال، نقش علم و مدلسازی ریاضی به ندرت افزایش یافت و پذیرفته شد.
- نیمه دوم قرن بیستم: "مهندس علمی"^۳. در اواسط قرن بیستم پیشرفتهای تکنولوژیکی از جمله مهار موفقیت آمیز انرژی هسته‌ای و همچنین، واقعیتهای مربوط به جغرافیای سیاسی مانند ابزارهای ماهواره‌ای به ماهر شدن مهندسان در علم و ریاضیات منجر شد و برنامه درسی مهندسی با نیازهای تغییر یافته منطبق شد. این تغییر ساختار تا اندازه زیادی تا زمان حال تداوم یافت، اگرچه محتوای طراحی به تدریج افزایش یافت. در اوایل دهه ۱۹۹۰ مشخص شد که چیزی بیش از علم مورد نیاز است و بسیاری از دانشکده‌های مهندسی بر مهارتهای غیر فنی از قبیل کار تیمی و ارتباطات تأکید کردند.
- قرن بیست و یکم: "مهندس کارآفرین و مولد"^۴. تغییرات سریعی که در جهان صورت گرفت، همراه با تغییراتی که در دهه ۱۹۹۰ در آموزش مهندسی رخ داد، به مهندسی مجدد گسترده آموزش مهندسی منجر شد. در حالی که ساختار جدید بر آمادگی زیاد در علم و ریاضیات

-
1. Engineering Science Approach
 2. Professional Engineer
 3. Scientific Engineer
 4. Entrepreneurial/Enterprising Engineer

استوار است، به احتمال زیاد بر نقش حرفه‌ای مهندس نیز تأکید می‌شود و سپس، کسب شایستگیهای جدید مرتبط با نظم نوین جهانی مطرح می‌شود. سرمایه‌گذاری یک ملت برای تولید ثروت به‌طور فزاینده به سرمایه‌گذاری در تقویت "مثلث دانش"^۱ وابسته است که از آموزش، تحقیق و نوآوری تشکیل شده است [۷]. دانشگاهها نقش حیاتی در جامعه به‌عنوان انتقال دهندگان و تولید کنندگان دانش ایفا می‌کنند. علاوه بر این، نقشی که دانشگاهها می‌توانند در بالا بردن نظامهای نوآوری منطقه‌ای و ملی ایفا کنند، موضوعی است که علاقه به آن زیاد و در حال افزایش است. از این‌رو، دانشگاهها باید از فعالیتهای آموزشی و پژوهشی سنتی فراتر بروند و "مأموریت سومی"^۲ را بر عهده بگیرند که هدف آن تعامل مستقیم با صنعت و مشارکت با آن به منظور توسعه اقتصادی کشور است [۸ و ۹].

در رویکرد نظام نوآوری بر اهمیت تعامل دانشگاه و صنعت تأکید شده است. دانشگاهها سه نقش عمده در نظام نوآوری دارند [۱۰]: ۱. آنها فرایند عمومی پژوهش علمی را بر عهده دارند که برفناوری صنعت در بلند مدت تأثیر می‌گذارد. ۲. آنها تا حدی دانشی را تولید می‌کنند که به‌طور مستقیم برای تولید صنعتی (نمونه‌های اولیه، محصولات جدید و غیره) کاربرد دارد. ۳. دانشگاهها زمینه‌های اصلی برای فرایندهای نوآوری صنعتی را از نظر سرمایه انسانی یا از طریق آموزش دانش‌آموختگانی که پژوهشگران صنعتی می‌شوند یا از طریق تحرک کارکنان از دانشگاهها به شرکتها فراهم می‌سازند. در این خصوص، ارتباط بین صنعت و دانشکده‌های مهندسی نزدیک‌تر از ارتباط کسب و کار با سطوح دیگر نظام آموزش عالی است، هر چند این ارتباط زیاد رضایتبخش نیست [۱۱].

با توجه به روند تاریخی آموزش مهندسی و همچنین، با در نظر گرفتن نقش آموزش مهندسی در نظام نوآوری و در نتیجه، توسعه اقتصادی جوامع، در سالهای اخیر بر ارتباط دانشگاه و صنعت تأکید ویژه‌ای شده است و این امر به تدوین سیاستها و اجرای پژوهشهایی برای تسهیل و ارتقای "روابط دانشگاه و صنعت"^۳ منجر شده است [۸ و ۱۲]. برای نمونه، در کشور فنلاند از دهه ۱۹۹۰ سازماندهی مجدد آموزش مهندسی برای برآوردن الزامات صنعت اروپا در دهه ۲۰۱۰ مورد تأکید قرار گرفته است که هدف آن تدوین و اجرای راه حل جدید آموزش مهندسی برای پاسخگویی به نیازهای عملیاتی شرکتها در محیط پیچیده جهانی است [۱۳]. در کشور سوئد این کار از طریق چارچوبی از نمایندگان صنعت، جامعه و سازمانهای حرفه‌ای در سطوح مختلف برنامه‌ریزی و مدیریت آموزش مهندسی و

1. Triangle of Knowledge
 2. Third Mission
 3. University-Industry Linkages (UIL)

همچنین، از طریق همکاری مستقیم در "دروس"^۱ واقعی انجام می‌شود [۱۴]. تجارب "دانشگاه واشنگتن شرقی"^۲ [۱۵] و "دانشگاه پلی تکنیک هلسینکی"^۳ [۱۳] نشان داد که مشارکت و همکاری متقابل سازمانهای آموزش مهندسی و صنعت ارزش زیادی دارد و تنها امکان برای تحقق الزامات جدید یادگیری، همکاری سیستماتیک و بلند مدت بین دانشگاه و صنعت است.

همچنین، می‌توان ضرورت و اهمیت ارتباط دانشگاه و صنعت را در مدل‌های اعتباربخشی آموزش مهندسی مشاهده کرد، به طوری که طبقه‌ای از معیارهای اعتباربخشی به تعامل دانشگاه و صنعت اختصاص داده شده است. لذا، برنامه‌های آموزش مهندسی باید به گونه‌ای باشد که دانش‌آموختگان مهندسی بتوانند انتظارات حال و آینده صنعت را برآورده سازند [۵]. گزارشهای "آکادمی ملی مهندسی آمریکا"^۴ با عنوان "مهندس ۲۰۲۰: چشم اندازهای مهندسی در قرن جدید"^۵ [۱۶] و "آموزش مهندس ۲۰۲۰: انطباق آموزش مهندسی با قرن جدید"^۶ [۱۷] بر چگونگی نظام آموزش مهندسی تمرکز دارند که به منظور برآوردن تقاضاهای دانش‌آموختگان مهندسی در زمینه دانش، مهارت‌ها و نگرش‌های مورد نیاز آنان برای استخدام شدن در زمان حال و افزایش توانمندی‌های آنها برای کارکرد مؤثر و مولد در آینده مورد بررسی و مهندسی مجدد قرار گیرد [۱۸].

افزایش رقابت جهانی شرکتها را مجبور کرده است تا شیوه عملیات خود را از نوع تکراری به نوع خلاق تغییر دهند. این تغییر کیفی الزامات جدیدی را برای آموزش مهندسی مطرح کرده است [۱۳] و از طرف دیگر، شرایط حاکم و نوع صنایع فعال در هر کشور نیز الزاماتی را برای آموزش مهندسی مطرح می‌سازد که پاسخگویی به این الزامات فقط از طریق سازماندهی مجدد مؤسسات آموزش مهندسی متناسب با آن شرایط می‌تواند صورت گیرد. در این خصوص، سؤال اصلی پژوهش حاضر این است که آموزش مهندسی با توجه به نیازهای صنعت در کشور ایران باید چه الزاماتی را برآورده سازد تا به ارائه آموزش مطلوب در مهندسی منجر شود؟ با بررسی پیشینه تحقیق مشخص شد که پژوهش‌های قبلی بر مشکلات و موانع ارتباط دانشگاه و صنعت، کانالهای ارتباطی مؤثر در این زمینه، شایستگی‌های مورد نیاز مهندسان و ویژگی‌های نظام آموزش مهندسی برای برآوردن نیازهای صنعت متمرکز بوده‌اند، لذا، پاسخگویی به سؤالی‌های زیر مد نظر قرار گرفت:

-
1. Course Work
 2. Eastern Washington University
 3. Helsinki Polytechnic University
 4. US National Academy of Engineering (NAE)
 5. The Engineer of 2020: Visions of Engineering in the New Century
 6. Educating the Engineer of 2020: Adapting Engineering education to the New Century

- نظام آموزش مهندسی و صنعت برای ارتباط مؤثر با یکدیگر چه مسائل و مشکلاتی دارند؟
- برای بهبود ارتباط دانشگاه و صنعت از چه کانالهایی باید استفاده کرد؟
- دانش‌آموختگان مهندسی برای موفق شدن در صنعت باید از چه شایستگیهایی برخوردار باشند؟
- برای اینکه آموزش مهندسی بتواند نیازهای صنعت را برآورده سازد چه ویژگیهایی باید داشته باشد؟

۲. روش تحقیق

این پژوهش از نظر هدف کاربردی و از نظر نحوه گردآوری داده‌ها توصیفی - پیمایشی است. جامعه مورد مطالعه تحقیق شامل مهندسان برجسته ایرانی است که ۳۰ نفر از آنها به‌عنوان نمونه هدفمند انتخاب شدند. بنابراین، سعی بر آن بوده است که متخصصان این حوزه چنان انتخاب شوند که هدف تحقیق به نحو احسن تحقق یابد. از ابزار "مصاحبه نیمه سازمان یافته"^۱ برای گردآوری داده‌ها استفاده شده است.^۲ در این نوع مصاحبه سؤالها از قبل طراحی و طبقه بندی می‌شوند و از تمام مصاحبه شونده‌گان سؤالهای مشابهی پرسیده می‌شود، ولی آنها آزادند که پاسخ خود را به هر طریقی که مایل‌اند ارائه دهند. سرانجام، تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از روش کدگذاری و مقوله بندی انجام شده است.

۳. یافته‌های تحقیق

سؤال اول: نظام آموزش مهندسی و صنعت برای ارتباط مؤثر با یکدیگر چه مسائل و مشکلاتی دارند؟ نتایج مصاحبه‌های انجام شده با مهندسان برجسته بیانگر مشکلات چندی در خصوص نظام آموزش مهندسی و صنعت در کشور ایران است که بر ارتباط مناسب دانشگاه و صنعت تأثیر می‌گذارند. جدول ۱ نشان‌دهنده مسائل و مشکلات صنعت و نظام آموزش مهندسی در این خصوص است.

1. Semi-Structured Interview

۲. متن کامل مصاحبه‌های انجام شده با مهندسان برجسته ایرانی در شماره‌های ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۲۰، ۲۱، ۲۴، ۲۵، ۲۶، ۲۷، ۲۸، ۲۹، ۳۰، ۳۱، ۳۲، ۳۳، ۳۴، ۳۵، ۳۶، ۳۷، ۳۸، ۳۹، ۴۰، ۴۱، ۴۲، ۴۳، ۴۴، ۴۵، ۴۶ و ۴۷ فصلنامه آموزش مهندسی ایران به چاپ رسیده است.

جدول ۱: مسائل و مشکلات نظام آموزش مهندسی و صنعت برای برقراری ارتباط مؤثر با یکدیگر

مسائل و مشکلات	طبقه
<ul style="list-style-type: none"> - تمایل صنعت به تداوم و حفظ وضعیت موجود - ساختار سنتی و دولتی صنعت در کشور ایران - توجه صنایع به منافع کوتاه مدت اقتصادی و نداشتن آینده نگری - مشخص نبودن جایگاه تحقیق و توسعه و نوآوری در صنایع - خلأ نسبی فرصتهای شغلی در صنعت متناسب با تخصص مهندسان - اولویت دادن به فعالیتهای فیزیکی نسبت به فعالیتهای مطالعاتی و پژوهشی در صنایع - متنوع و گسترده نبودن صنایع در کشور - استفاده کمتر از دانش و تواناییهای مهندسان برای نوآوری و اصلاح امور - متناسب نبودن رشد صنعت برای جذب دانش آموختگان مهندسی - استفاده بیش از حد از تجربه‌های کشورهای دیگر به جای استفاده از نتایج پژوهشهای داخل کشور - استفاده از مهندسان در پستهایی بجز از کار تخصصی آنان - بهره کافی نبردن از دانشگاه و مراکز وابسته به آن برای رشد و تعالی صنعت - ضعف مالی و درونزا نبودن صنایع کشور - بهره گیری کم بخش خصوصی از دانش آموختگان مهندسی - ارتباط ضعیف و سازمان نیافته صنعت با دانشگاه 	صنعت
<ul style="list-style-type: none"> - تقلیدی و سلیقه ای بودن نظام آموزش عالی - غیر هدفمند و مدرک گرا بودن آموزش در کشور - نحوه برگزاری کنکور و پذیرش دانشجو بدون توجه به استعداد و علاقه آنان - تأکید بر اهداف کمی در برنامه‌ریزیهای آموزش مهندسی - تأکید بر افزایش محفوظات دانشجویان به جای پرورش خلاقیت و نوآوری در آنها - آموزش با کمترین امکانات آزمایشگاهی، تحقیقاتی و کارگاهی در دانشگاهها - تربیت مهندسان بدون توجه به مسائل کاربردی و حرفه‌ای و نیازهای جامعه - تربیت عالم و دانشمند به جای مهندس و تکنیسین - اهمیت کافی ندادن به دوره‌های کارآموزی و کارورزی - بی توجهی به پرورش مهارتهای کارگروهی و روابط اجتماعی در دانشجویان - آشنایی کم دانشجویان مهندسی با مباحث مدیریت، اقتصاد و مالی - ناآشنایی دانشجویان مهندسی با محیط صنعت و الزامات حرفه مهندسی - پایین بودن سطح دروس عملی و آموزشهای کاربردی - متناسب نبودن نیازهای شغلی کشور و تخصص دانش آموختگان مهندسی - بیشتر بودن خروجی دانشگاهها از ظرفیت پذیرش صنعت - ارتباط ضعیف و سازمان نیافته دانشکده های مهندسی با صنعت 	نظام آموزش مهندسی

ساختار سنتی و دولتی صنعت در کشور ایران، استفاده کمتر صنعت از دانش و تواناییهای مهندسان برای نوآوری و اصلاح امور، متناسب نبودن رشد صنعت برای جذب دانش‌آموختگان مهندسی، نحوه برگزاری کنکور و پذیرش دانشجو بدون توجه به استعداد و علاقه آنان، آموزش با کمترین امکانات آزمایشگاهی، تحقیقاتی و کارگاهی در دانشگاهها، پایین بودن سطح دروس عملی و آموزشهای کاربردی و غیر هدفمند و مدرک گرا بودن آموزش در کشور مهم‌ترین مشکلاتی هستند که از سوی مهندسان برجسته عنوان شده است که بر ارتباط مؤثر دانشگاه و صنعت با یکدیگر تأثیر می‌گذارند.

سؤال دوم: برای بهبود ارتباط دانشگاه و صنعت از چه کانالهایی باید استفاده کرد؟ افزایش رقابت در فناوری کشورها را وادار کرده است تا راههای مؤثری برای استفاده از تحقیقات انجام شده در مؤسسات نخبه برای مقاصد تجاری جستجو کنند. "مؤسسه تکنولوژی ماساچوست"^۱ موفقیت چشمگیر خود را در زمینه همکاری متقابلش با صنعت و توسعه جریان دو طرفه دانش به اثبات رسانده که به هدایت و افزایش پژوهشهای دانشگاهی و همچنین، تسهیل جریان انتقال فناوری صریح و ضمنی از دانشگاه به بخش کسب و کار کمک می‌کند [۱۹]. برخی از کشورها و دانشگاهها از رویکرد مؤسسه تکنولوژی ماساچوست به‌عنوان وسیله‌ای برای افزایش سودمندی ارتباط دانشگاه و صنعت استفاده کرده‌اند.

دو مدل مختلف آموزش مهندسی در خصوص ارتباط مناسب دانشگاه و صنعت مطرح شده است [۲۰]: در مدل اول برنامه آموزشی متشکل از برنامه علمی است و آموزش صنعتی مختصری در بیشتر موارد در دانشگاهها انجام می‌شود. در این مدل آموزش صنعتی در یک مرحله زمانی در پایان دوره انجام می‌شود که هدف از آن معرفی دنیای کسب و کار و حرفه مرتبط به دانشجویان است و به آنان نشان داده می‌شود که چگونه از دانش علمی خود در حیطه‌های کاربردی معین استفاده کنند. در مدل دوم برنامه آموزشی وابسته به مشارکت دانشگاه و صنعت است و بین آموزش علمی و آموزش صنعتی در طول یک سال تعادل وجود دارد. در این برنامه آموزشی استفاده از فضاهای کاری به‌طور واقعی ضروری است و قسمت معینی از آموزش به‌شمار می‌رود. بر اساس نتایج مصاحبه با مهندسان برجسته بین نظام آموزش مهندسی و صنعت در کشور ایران ارتباط نزدیک و تنگاتنگی وجود ندارد و لذا، برنامه‌های آموزش مهندسی در این کشور تقریباً با ویژگیهای مدل اول تطابق دارد.

در بیشتر ادبیات مربوط به روابط دانشگاه و صنعت فرض می‌شود که این روابط به خودی خود مفید است، اما همه این روابط به یک اندازه مفید نیست. برخی روابط دانشگاه و صنعت نسبت به روابط دیگر به‌طور حتم ارزش بیشتری دارند [۸]. از طرف دیگر، پژوهشهای انجام شده بیانگر آن است که

برای اثربخشی روابط دانشگاه و صنعت باید تعداد گسترده‌ای از کانالهای ارتباطی مورد استفاده قرار گیرد و فقط بر یک یا چند کانال ارتباطی بیش از حد تأکید نشود [۲۱، ۱۰ و ۲۲]. نتایج این تحقیق نیز نشان داد که برای ارتباط مؤثر دانشگاه و صنعت باید از انواع تعاملها و کانالهای ارتباطی به شرح جدول ۲ استفاده شود.

در میان انواع روابط دانشگاه و صنعت نتایج تحقیق بیانگر آن است که اجرای پروژه‌های تحقیقاتی، صنعتی و کاربردی مشترک، همکاری در برگزاری همایشها و کنفرانسها، تأکید بر برنامه‌ریزی و سازماندهی بهتر دوره‌های کارآموزی و بازدیدهای صنعتی و نیز ارتباط بیشتر و نزدیک‌تر استادان و متخصصان دانشگاه و صنعت با یکدیگر بیشتر اهمیت دارد.

جدول ۲: انواع تعاملها و کانالهای ارتباطی بین دانشگاه و صنعت

نوع تعامل	کانالهای ارتباطی
دانشگاه	- گنجاندن محتوای متناسب با نیازهای صنعت و حل مشکلات آن در دروس دانشگاهی
	- آشنایی بیشتر استادان با نیازهای صنعت
	- تدارک برنامه های بازدید حین تحصیل از مراکز صنعتی
	- برنامه ریزی و سازماندهی مناسب کارآموزیهای دانشجویان در صنعت
	- استفاده از کارشناسان مناسب صنعت در دانشگاه
	- ارتباط استادان دانشگاه با صنعت
آموزش	- ایجاد زمینه انتقال دانش مهندسی از دانشگاه به صنایع
	- برگزاری همایشهای دوره‌ای با صاحبان صنایع
	- ارائه امکانات و همکاری مناسب در برگزاری دوره‌های کارآموزی و کارورزی
	- ایجاد زمینه انتقال آموخته ها و تجربه های ضمن کار به دانشجویان و دانش آموختگان مهندسی
صنعت	- همکاری با دانشگاهها برای بهبود شرایط آموزشی با توجه به نیازهای جامعه صنعتی کشور
	- دادن بازخورد به دانشگاهها برای تعیین نیازهای آموزشی و بهبود محتوای مواد آموزشی
	- فراهم کردن زمینه برای بازدید دانشجویان از مراکز صنعتی
	- در اختیار قرار دادن فضاها و ابزارهای آموزشی و پژوهشی صنعت برای آموزش عملی دانشجویان
	- ارتباط استادان و متخصصان صنعت با دانشگاه
	- کمک به مراکز آموزشی و تخصیص منابع به آنها برای افزایش تعداد واحدهای

	درسی کاربردی
	- ایجاد زمینه برای برگزاری همایشهای علمی
	- پرداختن به مسائل صنایع کشور در قالب پروژه‌های تحقیقاتی استادان
	- هدایت دانشجویان برای انتخاب موضوع پایان نامه بر اساس اولویتهای پژوهشی
	صنایع
	- اجرای پروژه‌های تحقیقاتی، صنعتی و کاربردی مشترک با صنایع
	- ارائه خدمات مشاوره‌ای به کارشناسان و مدیران صنعتی
	- سوق دادن تحقیقات در دانشگاهها به سمت پژوهشهای کاربردی
مشاوره و	- مدون کردن پژوهشها و تجربه‌های موفق و انتشار آنها
تحقیق	- دادن اطلاعات واقعی به دانشجویان و استادان برای انجام دادن پایان نامه‌ها و پروژه‌های تحقیقاتی
	صنعت
	- اجرای پروژه‌های تحقیقاتی، صنعتی و کاربردی مشترک با دانشگاهها
	- سوق دادن پایان نامه‌های دانشگاهی برای حل مشکلات صنعت
	- سرمایه گذاری در بخش تحقیق و توسعه و استفاده از همکاری دانشگاهیان در این بخش
	- بهره گیری از استادان دانشگاهها در صنعت به صورت فرصت مطالعاتی
	- انجام برخی محاسبات و طراحیهای پایه از طریق دانشگاهها

سؤال سوم: دانش آموختگان مهندسی برای موفق شدن در صنعت باید از چه شایستگیهایی برخوردار باشند؟

بررسی پیشینه تحقیق در خصوص نتایج یادگیری دانشجویان نشان داد که دانش آموختگان دانشگاهی مهارتهای ضروری مورد نیاز صنعت را کسب نکرده‌اند [۲۳ و ۲۴] و فاصله معناداری در بسیاری از ویژگیها بین انتظارات صنعت با آنچه دانش آموختگان به محیط کار آورده‌اند، وجود دارد [۲۴ و ۲۵]. دانش و تخصص فنی یکی از تواناییهای ضروری برای حرفه مهندسی به شمار می‌رود، ولی به تنهایی کافی نیست [۲۶، ۳ و ۲۷]. در آموزش مهندسی هم علم و هم عمل باید مورد تأکید قرار گیرد. بر این اساس، شایستگیهای ضروری برای دانشجویان مهندسی را با عناوین دانش و مهارتها دسته بندی می‌کنند [۳]. نتایج پژوهش حاضر نیز بیانگر آن است که دانش آموختگان مهندسی برای موفق شدن در صنعت علاوه بر داشتن دانش فنی، به مجموعه متنوعی از مهارتها نیاز دارند که می‌توان آنها را طبق جدول ۳ دسته بندی کرد.

جدول ۳: شایستگی مورد نیاز دانش آموختگان مهندسی برای موفق شدن در صنعت

شایستگیها	طبقه
<ul style="list-style-type: none"> - داشتن توانایی علمی در رشته مورد نظر - برخورداری از دانش عملی و کاربردی - آشنایی با علوم و فنون نوین در رشته تخصصی خود - داشتن اطلاعات راجع به دیگر رشته‌های مهندسی - آشنایی با فناوری اطلاعات - آشنایی با مباحث مدیریت، اقتصاد و مالی 	دانش فنی و تخصصی
<ul style="list-style-type: none"> - داشتن نگرش سیستمی - انعطاف پذیری - دارا بودن انگیزه کافی - داشتن اعتماد به نفس - توانایی یادگیری مادام العمر و به روز کردن اطلاعات خود - توانایی تصمیم گیری - توانایی برنامه ریزی و آینده نگری - هوش منطقی 	مهارتهای فردی
<ul style="list-style-type: none"> - دانستن زبان انگلیسی و توانایی استفاده از آن - توانایی برقراری ارتباط مؤثر با دیگران (مهارتهای ارتباطی) - توانایی کار تیمی و گروهی - توانایی رهبری و مدیریت - هوش هیجانی 	مهارتهای بین فردی
<ul style="list-style-type: none"> - توانایی تشخیص، تحلیل و حل مسائل مهندسی - توانایی طراحی، ساخت و بهره برداری سیستم با در نظر گرفتن کلیه جوانب - مسئولیت پذیری حرفه‌ای و اخلاق مهندسی - توانایی خلاقیت، نوآوری و کارآفرینی - توانایی درک سازمانها و شرکتهای و نیازهای بازار - شناخت مسائل محیط زیست و حفظ آن - توانایی درک شرایط اجتماعی و اقتصادی جامعه و نقش مهندسی در آن - برقراری ارتباط با مجامع حرفه‌ای و تخصصی ملی و بین المللی 	مهارتهای حرفه ای و اخلاقی

از بین شایستگیهای یادشده، بیشتر مهندسان برجسته ایرانی از توانایی علمی در رشته مورد نظر، آشنایی با علوم و فنون نوین، آشنایی با مباحث مدیریت، اقتصاد و مالی، دارا بودن انگیزه کافی، توانایی

۳۴ الزامات آموزش مهندسی با توجه به نیازهای صنعت در کشور ایران

یادگیری مادام‌العمر و به روز کردن اطلاعات خود، توانایی کار تیمی و گروهی، مهارت‌های ارتباطی، توانایی تشخیص، تحلیل و حل مسائل مهندسی، توانایی طراحی، ساخت و بهره‌برداری سیستم، توانایی خلاقیت، نوآوری و کارآفرینی و مسئولیت‌پذیری حرفه‌ای و اخلاق مهندسی به عنوان شایستگی‌های مورد نیاز دانش‌آموختگان مهندسی برای موفق شدن در صنعت یاد کرده‌اند.

سؤال چهارم: برای اینکه آموزش مهندسی بتواند نیازهای صنعت را برآورده سازد چه ویژگی‌هایی باید داشته باشد؟

ضرورت بازسازی و اصلاح آموزش مهندسی در پژوهش‌های چندی مورد تأکید قرار گرفته است [۲۸،۲۹] و یکی از دلایل اصلی برای اصلاح آموزش مهندسی، ناکامی دانشگاه‌ها در برآوردن نیازهای صنعت است [۲۳،۲۴ و ۳۰]. برای اینکه آموزش مهندسی پاسخگوی نیازهای حال و آینده صنعت در کشور ایران باشد، باید متناسب با شرایط بازمینی و اصلاح شود. در این پژوهش مهندسان برجسته ویژگی‌ها و شرایط زیر را برای آموزش مطلوب در مهندسی بیان کرده‌اند:

- همکاری و ارتباط نزدیک دانشگاه و صنعت؛
- برنامه‌ریزی آموزش مهندسی با توجه به سیاست‌ها و برنامه‌های کلان اقتصادی کشور و پیشرفت علوم و فنون در جهان؛
- نگاه توأم آموزش مهندسی از یک سو به وضعیت موجود صنعت و نیازهای آن و از سوی دیگر، به آینده صنعت و استراتژی آن؛
- تلفیق علم و عمل در آموزش مهندسی؛
- آموزش انعطاف‌پذیر برای دسترسی مناسب دانشجویان به دانش از طریق استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات؛
- منطبق کردن آموزش مهندسی با شرایط، مقتضیات و امکانات کشور؛
- تدوین اهداف، برنامه‌ها، رشته‌ها، دروس و سرفصل‌های متناسب با نیازهای صنعت در دانشکده‌های مهندسی؛
- تقویت آموزش‌های کاربردی و تربیت مهندسان با توانایی‌های عملی برای کارکردن در صنعت؛
- افزایش کمی و کیفی آزمایشگاه‌ها و کارگاه‌ها برای درگیری بیشتر دانشجویان مهندسی با مسائل واقعی؛
- افزایش واحدهای کارآموزی و کارورزی و اهمیت قایل شدن برای صرف وقت دانشجویان در محیط‌های صنعتی؛
- اصلاح و بهبود مستمر برنامه‌های آموزش مهندسی با نظرخواهی از ذینفعان مختلف از جمله صنعت؛

- اصلاح نظام گزینش دانشجو و انتخاب رشته بر اساس علایق و سنجش استعدادها؛
- فراهم کردن زمینه برای استفاده از شیوه‌های آموزشی نوین (توجه بیشتر به یادگیری به جای تدریس)؛
- تقویت مهارت‌های بین فردی دانشجویان از قبیل کار تیمی و گروهی و مهارت‌های ارتباطی؛
- تأمین منابع مالی از مجاری مستقل دانشگاهی و پاسخگویی آنها در قبال این منابع؛
- افزایش شایستگی تخصصی اعضای هیئت علمی و فراهم کردن زمینه ارتباط آنها با صنعت؛
- فراهم کردن زمینه ارتباط و تعاملات منطقه‌ای و بین‌المللی دانشگاهها و دانشکده‌های مهندسی؛
- تأکید بر ارتباط رشته‌های مهندسی با یکدیگر و آموزش میان رشته‌ای؛
- پاسخگویی و ایجاد رقابت سالم بین دانشگاهها، دانشکده‌ها و گروه‌های آموزش مهندسی از طریق ارزیابی و رتبه بندی آنها.

۴. نتیجه‌گیری

ساختار سنتی و دولتی صنعت در کشور ایران، استفاده کمتر صنعت از دانش و تواناییهای مهندسان برای نوآوری و اصلاح امور، متناسب نبودن رشد صنعت برای جذب دانش آموختگان مهندسی، نحوه برگزاری کنکور و پذیرش دانشجو بدون توجه به استعداد و علاقه آنان، آموزش با کمترین امکانات آزمایشگاهی، تحقیقاتی و کارگاهی در دانشگاهها، پایین بودن سطح دروس عملی و آموزشهای کاربردی و غیر هدفمند و مدرک گرا بودن آموزش در کشور از جمله مشکلاتی هستند که از سوی اکثریت مهندسان برجسته عنوان شده‌اند که بر ارتباط مؤثر دانشگاه و صنعت با یکدیگر تأثیر می‌گذارند. برای همکاری و ارتباط متقابل دانشگاه و صنعت، هر کدام از دو طرف این فرایند ارتباطی باید متناسب با شرایط و نیازهای یکدیگر مشکلات خود را در این خصوص حل کنند تا بتوانند در توسعه و تعالی یکدیگر نقش مؤثری ایفا کنند. این امر از طریق طراحی ساختار مناسب و استفاده از کانالهای ارتباطی اثربخش امکان‌پذیر است، به نحوی که در تأمین نیازهای خود و دیگری گام بردارند. در این خصوص علاوه بر نقش دانشگاه و صنعت، نقش دولت نیز از اهمیت و جایگاه خاصی برخوردار است که از آن با عنوان "مارپیچ سه گانه دانشگاه - صنعت - دولت" نام برده می‌شود [۳۱ و ۳۲].

نتایج پژوهش برونیل و دیگران [۳۳] نشان داد که اعتماد بین سازمانی قوی‌ترین سازکار برای از بین بردن مشکلات و موانع تعامل بین دانشگاهها و صنعت است. برای این منظور، سرمایه‌گذاری بلندمدت در تعاملها مبتنی بر درک متقابل، تماسهای رو در رو بین صنعت و دانشگاه، استفاده از دامنه وسیعی از کانالهای تعاملی و همپوشانی روابط شخصی و حرفه‌ای اهمیت خاصی دارد.

در میان انواع روابط دانشگاه و صنعت، نتایج تحقیق بیانگر آن است که اجرای پروژه‌های تحقیقاتی، صنعتی و کاربردی مشترک، همکاری در برگزاری همایشها و کنفرانسها، تأکید بر برنامه‌ریزی و سازماندهی بهتر دوره‌های کارآموزی و بازدیدهای صنعتی و ارتباط بیشتر و نزدیک‌تر استادان و متخصصان دانشگاه و صنعت با یکدیگر با اهمیت است. نتایج پژوهشهای قبلی نیز حاکی از آن است که در حوزه عمومی تأکید قوی بر پشتیبانی از همکاری دانشگاه و صنعت در زمینه پروژه‌های تحقیقاتی وجود دارد، در حالی که تردید وجود دارد که مبادله دانش از طریق همکاری پژوهشی مستقیم مؤثرترین کانال انتقال دانش بین دانشگاه و صنعت باشد. لذا، انواع دیگر تعاملها و نقش آنها در فرایندهای نوآوری که انواع مختلف دانش را تقاضا می‌کنند، نباید دستکم گرفته شوند [۱۰]. این تعاملها را می‌توان در پنج طبقه قرار داد: ایجاد تسهیلات فیزیکی جدید، مشاوره و قرارداد تحقیق، آموزش، تحقیق مشترک و برگزاری گردهماییها و کنفرانسها [۹].

همچنین، نتایج تحقیق نشان داد که مهم‌ترین شایستگیهای مورد نیاز دانش‌آموختگان مهندسی برای موفق شدن در صنعت عبارت‌اند از: توانایی علمی در رشته مورد نظر، آشنایی با علوم و فنون نوین، آشنایی با مباحث مدیریت، اقتصاد و مالی، دارا بودن انگیزه کافی، توانایی یادگیری مادام‌العمر و به‌روز کردن خود، توانایی انجام دادن کار تیمی و گروهی، مهارتهای ارتباطی، توانایی تشخیص، تحلیل و حل مسائل مهندسی، توانایی طراحی، ساخت و بهره‌برداری سیستم، توانایی خلاقیت، نوآوری و کارآفرینی و مسئولیت‌پذیری حرفه‌ای و اخلاق مهندسی. نتایج پژوهشهای قبلی نیز بیانگر اهمیت مباحث اقتصادی، کسب و کار و مدیریت [۳۴، ۳۲، ۳۵]، طراحی و اجرای سیستم [۲۵ و ۳۴]، اخلاق و مسئولیت‌پذیری حرفه‌ای [۳ و ۳۶]، خلاقیت و نوآوری [۱۸ و ۳۴]، حل مسئله، کار تیمی و مهارتهای ارتباطی [۲۴ و ۲۵] در برنامه‌های آموزش مهندسی برای برآوردن نیازهای صنعت است.

همکاری و ارتباط نزدیک دانشگاه و صنعت، تلفیق علم و عمل در آموزش مهندسی، آموزش انعطاف‌پذیر برای دسترسی مناسب دانشجویان به دانش از طریق استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات، تدوین اهداف، برنامه‌ها، رشته‌ها، دروس و سرفصلهای متناسب با نیازهای صنعت در دانشکده‌های مهندسی، تقویت آموزشهای کاربردی و تربیت مهندسان با تواناییهای عملی برای کارکردن در صنعت، اصلاح و بهبود مستمر برنامه‌های آموزش مهندسی با نظرخواهی از ذی‌نفعان مختلف و اصلاح نظام‌گزینش دانشجو و انتخاب رشته بر اساس علایق و سنجش استعدادها از جمله مهم‌ترین الزاماتی

محسوب می‌شوند که نظام آموزش مهندسی با توجه به نیازهای صنعت در کشور ایران باید برآورده سازد تا پاسخگوی چالشهای آموزش مهندسی در قرن بیست و یکم باشد.

مراجع

1. Jörg, T., B. Davis, and G. Nickmans, "Towards a New, Complexity Science of Learning and Education", **Educational Research Review**, Vol. 2, pp. 145-156, 2007.
2. Grimson, J., "Re-engineering the Curriculum for the 21st Century", **European Journal of Engineering Education**, Vol. 27, No. 1, pp. 31-37, 2002.
3. John, V., "Engineering Education: Finding the Centre or Back to the Future", **European Journal of Engineering Education**, Vol. 25, No. 3, pp. 215-225, 2002.
4. Harwood, J., "Engineering Education between Science and Practice: Rethinking the Historiography", **History and Technology**, Vol. 22, No. 1, pp. 53-79, 2006.
5. Moubayed, N., M. Bernard, and A. Jammal, "A Survey of Engineering Education in Developing Countries: The Lebanese Case", **WSEAS Transactions on Advances in Engineering Education**, Vol. 6, pp. 430-441, 2009.
6. Apelian, D., "The Engineering Profession in the 21st Century: Educational Needs and Societal Challenges Facing the Profession", **International Journal of Metal Casting**, pp. 21-30, 2007.
7. Abramo, D., C. A. D'Angelo, F. Di, Costa, and M. Solazzi, M. "University-Industry Collaboration in Italy: A Bibliometric Examination", **Technovation**, Vol. 29, pp. 498-507, 2009.
8. Giuliani, E. and V. Arza, "What Drives the Formation of Valuable University-Industry Linkages? Insights from the Wine Industry", **Research Policy**, Vol. 38, pp. 906-921, 2009.
9. D'Este, P. and P. Patel, "University-Industry Linkages in the UK: What Are the Factors Underlying the Variety of Interactions with Industry?" **Research Policy**, Vol. 36, pp.1295-1313, 2007.
10. Scharfetter, D., C. Rammer, M. N. Fischer, M. M. and J. Fröhlich, "Knowledge Interactions between Universities and Industry in Austria: Sectoral Patterns and Determinants", **Research Policy**, Vol. 31, pp. 303-328, 2002.
11. Useem, E. L., "Education and High-technology Industry: the Case of Silicon Valley", **Economics of Education Review**, Vol. 3, pp. 215-271, 1984.
12. Wright, M., B. Clarysse, A. Lockett, and M. Knockaert, "Mid-Range Universities Linkages with Industry: Knowledge Types and the Role of Intermediaries", **Research Policy**, Vol. 37, pp.1205-1223, 2008.

13. Lehto, S., "Transforming Engineering Education for Meeting the Requirements of the Global Industry: Pioneering the Use of the Systems Approach in Europe", **American Society for Engineering Education**, Available at: <http://soa.asee.org/paper/conference/paper-view.cfm?id=1037> (accessed 6.26.2010), 2006.
14. Nilson, L., "The University-Industry Interface in Swedish Engineering Education", **European Journal of Engineering Education**, Vol. 10, No. 2, PP. 155-158, 1985.
15. Loendorf, W. and D. Richter, "Utilizing Collaboration for a Real World Engineering Education, American Society for Engineering Education", Available in: <http://soa.asee.org/paper/conference/paper-view.cfm?id=2621> (accessed 6.26.2010), 2006.
16. National Academy of Engineering, *The Engineer of 2020: Visions of Engineering in the New Century*, Washington, DC: National Academies Press, 2004.
17. National Academy of Engineering, *Educating the Engineer of 2020: Adapting Engineering Education to the New Century*, Washington, DC: National Academies Press, 2005.
18. Natarajan, R., M. S. Ananth, M. S. and M. Singaperumal, M. (Eds), "International Engineering Education: Proceedings of the INAE-CAETS-IITM Conference", Singapore: World Scientific Publishing Co, 2009.
19. Acworth, E. B., "University-Industry Engagement: The Formation of the Knowledge Integration Community (KIC) Model at the Cambridge-MIT Institute", **Research Policy**, Vol. 37, pp.1241-1254, 2008.
20. Adiguzel, O. C., "An Evaluation of Industrial Placement in Engineering Programmes: A Case in Turkey", **European Journal of Engineering Education**, Vol. 33, No. 1, pp. 33-43, 2008.
21. Bekkers, R. and I. M. B. Freitas, "Analysing Knowledge Transfer Channels between Universities and Industry: To What Degree Do Sectors Also Matter?" **Research Policy**, Vol. 37, pp. 1837-1853, 2008.
22. Woolgar, L., "New Institutional Policies for University-Industry Links in Japan", **Research Policy**, Vol. 36, pp. 1261-1274, 2007.
23. Patil, A. and G. Codner, "Accreditation of Engineering Education: Review, Observations and Proposal for Global Accreditation", **European Journal of Engineering Education**, Vol. 32, No. 6, pp. 639-651, 2007.
24. Sid Nair, C. and A. Patil, "Industry vs. Universities: Re-engineering Graduate Skills: A Case Study", Available at: <http://www.auqa.edu.au/auqf/pastfora/2008/program/papers/e14.pdf> (accessed 7.13.2010), 2008.
25. Zaharim, A., M. Zaidi Omar, H. Basri, N. Muhamad, and F. L. Mohd Isa, F. L. "A Gap Study between Employers' Perception and Expectation of Engineering

- Graduates in Malaysia”, **WSEAS Transactions on Advances in Engineering Education**, Vol.6, pp. 409-419, 2009.
26. Scott, G. and K. W. Yates, “Using Successful Graduates to Improve the Quality of Undergraduate Engineering Programs”, Available at: [http://130.15.85.235/courses/APSC191/news/improving Programs.pdf](http://130.15.85.235/courses/APSC191/news/improving%20Programs.pdf) (accessed 7.3.2011), 2007.
 27. Xeidakis, G., “Engineering Education Today: The Need for Basics or Specialization”, **European Journal of Engineering Education**, Vol.19, No. 4, pp. 485-501, 1994.
 28. Sevindik, T. and Akpınar, B. “The Effects of the Changes in Postmodern Pedagogical Paradigms on Engineering Education in Turkey”, **European Journal of Engineering Education**, Vol. 32, No. 5, pp. 561-571, 2007.
 29. Brodeur, D. R., E. F. Crawley, I. Ingemarsson, J. Malmqvist. and S. Östlund, “International Collaboration in the Reform of Engineering Education”, Proceedings of the 2002 American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition, 2002.
 30. Memon, J. A., R. E. Demirdogen, and B. S. Chowdhry, “Achievements, Outcomes and Proposal for Global Accreditation of Engineering Education in Developing Countries”, **Procedia Social and Behavioral Sciences**, 1, pp. 2557–2561, 2009.
 31. Viale, R. and H. Etzkowitz. (Eds), **The Capitalization of Knowledge: A Triple Helix of University–Industry–Government**, Uk: Edward Elgar, Cheltenham, 2010.
 32. Etzkowitz, H., **The Triple Helix University-Industry-Government Innovation in Action**, New York: Routledge, 2008.
 33. Bruneel, J., P. D’Este, and A. Salter, “Investigating the Factors that Diminish the Barriers to University-Industry Collaboration”, **Research Policy**, Vol. 39, pp. 858–868, 2010.
 34. Geiger, G., “The Engineering Management Curriculum at the University of Arizona: A Template for Undergraduate Engineering Education”, **American Society for Engineering Education**, Available at: <http://soa.asee.org/paper/conference/paper-view.cfm?id=900> (accessed 1.15.2010), 2006.
 35. Spinks, N., N. L. J. Silburn. and D. W. Birchall, “Making It All Work: the Engineering Graduate of the Future, a UK Perspective”, **European Journal of Engineering Education**, Vol.32, No. 3, pp. 325-335, 2007.
 36. Anderson, K., S. Courter, T. McGlamery, T. Nathans-Kelly, and C. Nicometo, “Understanding the Current Work and Values of Professional Engineers: Implications for Engineering Education”, **American Society for Engineering Education**, Available at: <http://soa.asee.org/paper/conference/paper-view.cfm?id=10184> (accessed 6.26.2010), 2009.