

گزارش علمی

چالش‌های آموزش عالی در رشته‌های مهندسی

جواد فیض^۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۵/۱۷، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۲۷

DOI: 10.22047/ijee.2024.410688.2001

چکیده: در سال‌های اخیر در جهان و نیز کشورمان استقبال کمتری از رشته‌های مهندسی و علوم پایه صورت می‌گیرد و تعداد دانش‌آموزان دبیرستانی که شاخه ریاضی و علوم را انتخاب می‌کنند، به صورت فزاینده‌ای در حال کاهش است. با وجود آن که در سال‌های اخیر تعداد دانشکده‌های مهندسی در کشور افزایش یافته ولی تعداد متقاضیان تحصیل در آنها، به شدت رو به کاهش است. این کاهش علاقه در درازمدت باعث کمبود نیروهای متخصص کارآمد در صنایع کشور خواهد شد زیرا دانش‌آموزان ضعیف‌تر، جذب رشته‌های مهندسی خواهند شد که حتی در صورت عدم کاهش تعداد فارغ‌التحصیلان افراد فکور و صاحب ایده در بین آنان نادر خواهد بود. این امر دلایل زیادی دارد که در این مقاله به آنها پرداخته شده است. تلاش می‌شود راه‌هایی پیش پا گذاشته شوند تا بتوان در آینده تمایل دانش‌آموزان به رشته‌های مذکور را افزایش داد و از شدت مشکلاتی که کشور در آینده با آنها دست به گریبان خواهد شد، کاست. عدم آگاهی دانش‌آموزان از رشته‌های مهندسی و نیز عواملی که منجر به انتخاب رشته‌های دیگر می‌شود، بررسی شده‌اند. سرمایه‌گذاری در آموزش مهندسی، اساس توسعه اقتصادی است و وجود نیروهای متخصص و ماهر است که سرمایه‌گذاری شرکت‌های بزرگ را ممکن می‌سازد.

واژگان کلیدی: آموزش عالی، رشته‌های مهندسی، آموزش مهندسی، توسعه اقتصادی

۱. مقدمه

در حال حاضر شکایت صنایع آن است که یافتن مهندسان مناسب دشوار است و شاید در سال‌های آینده یافتن مهندسان خبره با ۵ سال تجربه تقریباً غیرممکن شود. با آن که ما در دوره فناوری محور زندگی می‌کنیم، تصور بیشتر دانش‌آموزان از مهندسی، همان دیدگاه ۴۰ سال قبل است. آنان فکر می‌کنند که مهندسان به جای کار با مهارت علمی خود که مانند عملکردهای تلفن‌های هوشمند آنان است، در کارخانه‌ها و کارگاه‌های شلوغ و کثیف کار می‌کنند و به وضوح اغوای سازمان‌های مالی و شهری باعث فرار از رشته‌های مهندسی شده است و این به معنی هدر رفتن نیروی انسانی است. در آینده این کمبود مهندسان خبره تأثیر منفی بر اقتصاد کشور خواهد گذاشت. توجه کنید که بیشتر مهندسان علاوه بر مسائل روزمره، به حل مسائل آینده می‌پردازند و این زندگی را ارزشمند می‌کند.

مهندسی حرفه‌ای همراه با آفرینندگی است. راه‌حل‌های هر مسئله ابتدا تصور می‌شود، سپس مدل شده و سرانجام ساخته و مورد آزمایش قرار می‌گیرند. در جهان ما مسائلی که نیاز به حل دارند، بی‌نهایت و فریبنده‌اند و بسیار جالب‌تر از تجارت سکه یا سهام شرکت‌ها هستند. تیزهوشان زیادی در سن ۴۵ سالگی در امور مالی کار می‌کنند ولی رکود پیدا کرده‌اند، در حالی که بیشتر مهندسان در این سن، به حل مسئله‌ای جدید علاقه‌مند هستند و این زندگی را ارزشمند می‌کند. انتقال این پیام به جامعه ضروری است.

لازم است شرکت‌ها مستقیماً وارد گود شوند و مثل مبلغان مذهبی، به طور مستقیم روانه دبیرستان‌ها و دانشگاه‌ها شوند. لازم است برنامه‌های آموزشی مهندسی، شادی‌آور، همه‌جانبه و الهام‌بخش باشند و با شغل‌ها تطابق یابند. آفرینندگی، قلب شغل مهندسی است. امروزه برنامه‌های مهندسی تقریباً به ریاضیات و فیزیک تمرکز یافته‌اند، در حالی که اکنون رایانه بر این حوزه حاکم است. اگر نرم‌افزارهایی وجود دارد که قادرند مسائل مطرح‌شده را حل کنند، چرا باید چهار سال وقت صرف شود تا به دانشجویان آموزش داده شود که کار یک نرم‌افزار را تکرار کنند. ترغیب جوانان برای ایجاد تغییر در کشور از طریق به‌کارگیری مهندسی و فناوری، ممکن است آنان را بیشتر جذب رشته‌های مهندسی کند تا این که بر روی چالش مهارت‌های ریاضی و علوم تأکید شود. دانستن این امر به آنان دیدی قوی در مورد آموزش علوم و مهندسی خواهد داد.

برای پیروزی در رقابت بین رشته‌های مختلف دانشگاهی، بهبود کیفیت نظام‌های آموزش مهندسی ضروری است. دانشگاه‌ها باید چالش در این مورد را درک کرده و تلاش کنند با افزایش آگاهی، معیارهای آموزشی را بهبود بخشند. برای رفع نیاز فناوری‌های پیشرفته، باید نظام آموزش مهندسی بهبود و گسترش یابد تا نسل جوان مهارت‌های لازم مورد نیاز امروز و آینده را کسب کنند. هنوز تقاضای روزافزونی برای جذب افراد ماهر که تسلط کافی در علوم، فناوری، مهندسی و ریاضی (STEM) Science Technology Engineering and Mathematic داشته باشند، وجود دارد.

جامعه منافع علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات (STEM) را به خوبی درک می‌کند زیرا برای باقی ماندن در رقابت اقتصاد جهانی و حفظ سطح نوآوری، نظام آموزشی باید استعدادیابی زیادی در حرفه‌های STEM و توسعه آن انجام دهد [Engineering a Knowledge Island 2020 & Eurostat database]. با این وصف تعداد فارغ التحصیلان کافی متناسب با تقاضای صنعت و بخش علمی، (John Power, 2011) افزایش نیافته و تعداد دانش‌آموزان داوطلب، در حال کاهش است (Tax-incentives-investors-ireland). ضرورت دارد که مطالعه جامعی صورت گیرد تا جاذبه تحصیل در علوم و فناوری ارتقا یابد. هدف آن است که نظر دانش‌آموزان به آموزش مهندسی و فناوری جلب شود و درک آنان در این حوزه‌ها بهبود یابد. (lowtax-policies-created)

باید به سه مورد زیر توجه کرد:

۱. جذابیت مهندس شدن

۲. موانع رسمی برای ورود به آموزش مهندسی

۳. جذب دانش‌آموزان به آموزش علوم، فناوری/ مهندسی و تداوم آن

واضح است که والدین روی انتخاب شغل فرزندان خود تأثیرگذارند. مثلاً شغل والدین روی انتخاب شغل آینده فرزندان مؤثر است. (Sahlberg, 2007) همچنین انواع مختلف فعالیت‌هایی که جوانان در معرض آنها قرار می‌گیرند، روی آگاهی آنان از شغل‌ها و شکل دادن آینده دلخواه و مورد علاقه‌شان تأثیر می‌گذارد (Qualifax, 2012). انگیزه اصلی در پس انتخاب رشته مهندسی توسط دانش‌آموزان، معمولاً به قابلیت‌های فهم ریاضی، علوم و حل مسئله برمی‌گردد. به علاوه درک این مورد ضروری است که غالباً مهندس، حقوق کافی دریافت می‌کند و به آسانی جذب بازار کار می‌شود (Our Lady's).

متأسفانه به ندرت پژوهشی انجام شده است که شناخت دانش‌آموزان در مورد مهندسی را در قیاس با سایر حرفه‌ها نشان دهد.

چگونه دانش‌آموزان سایر شغل‌ها را بر اساس تلاش برای تقبل برنامه، میزان حقوق و درک کارفرما مقایسه می‌کنند؟ آگاهی از این موارد می‌تواند به روش‌های جدیدی بی‌انجامد که دانش‌آموزان را به برنامه STEM جذب کند.

شاید پرسش‌نامه‌ای باید تدوین و در دبیرستان‌ها توزیع شود تا بتوان انگیزه دانش‌آموزان را به تعقیب تحصیلات دانشگاهی، به ویژه در مهندسی، عمیق‌تر دریافت کرد. شاید اگر این پرسش‌نامه برخط باشد، پاسخ بیشتری دریافت شود.

این پرسش‌نامه‌ها روشن خواهد کرد که چگونه زمینه تحصیلی والدین روی انتخاب دانش‌آموزان تأثیرگذار است، انگیزه‌های اصلی برای پذیرش برنامه مهندسی چیست و آنان چگونه آگاهی‌های لازم را کسب کرده‌اند. این که یکی از والدین دانش‌آموزان شغل مهندسی داشته باشند، به احتمال زیاد بر روی انتخاب وی تأثیرگذار است. نتایج دروس فیزیک، شیمی و ریاضیات نیز عوامل مهمی هستند. در مورد

اهمیت منابع اطلاعاتی مختلف برای انتخاب برنامه/ دانشگاه، وفاق زیادی بین دانش‌آموزان وجود دارد. دانش‌آموزان باید اطلاعات وزارت آموزش و پرورش، بازدید از مؤسسات آموزش عالی، انتشارات دبیرستان، راهنماهای منصفانه برنامه و آموزش عالی را داشته باشند. همچنین توجه به این امر مهم است که قابلیت دانش‌آموزان در مهندسی چندان به نظر سایرین بستگی ندارد. یعنی آنان ترجیح می‌دهند تا بر اساس اطلاعات قابل اطمینان، تصمیمات آگاهانه بگیرند یا به احتمال زیاد والدین، آشنایان و دوستان تأثیری روی تصمیم آنان ندارند. گرچه ممکن است ورود به مهندسی حتی در ذهن دانش‌آموز دبستانی وجود داشته باشد اما تصمیم قطعی خود را در دبیرستان می‌گیرد. شاید دانش‌آموز پس از دریافت نمرات خود بفهمد که نمرات وی برای ورود به رشته مهندسی کافی نیست و از این رو تصمیم بگیرد به حوزه دیگری وارد شود.

در بعضی موارد درک دانش‌آموزان از حرفه مهندسی بسیار محدود است به ویژه در مورد آنانی که هرگز به هیچ طریقی در معرض آن نبوده‌اند. (Qualifax, 2012) به طور کلی مهندسان در توسعه هر کشوری مهم تلقی می‌شوند. این اهمیت از نظر دانش‌آموزان دبیرستان، دانشجویان مهندسی و مهندسان تازه‌کار متفاوت است. اغلب اعتقاد بر این است که وظایف مهندسان دشوارتر از پزشکان است، در حالی که دانش‌آموزان عکس این عقیده را دارند. از نظر دشواری، پزشکی تلاش بیشتری می‌طلبد و پس از آن مهندسی قرار دارد و از نظر درآمد پزشکی در رأس قرار دارد، با این حال مهندسان همواره در مورد درآمد خود، خوش بین هستند. به علاوه دانشجویان در حال تحصیل در مهندسی، به کار آینده خود امیدوارند و دسترسی بهتری به بازار کار دارند.

شاید برای جذب دانش‌آموزان بسیار باانگیزه و مستعد لازم باشد که دانشگاه‌ها برنامه‌های پیش‌دانشگاهی مناسب برای معرفی رشته‌های مهندسی ارائه دهند. این برنامه‌ها می‌توانند چند ماه قبل از انتخاب رشته، توسط داوطلبان ورود به دانشگاه‌ها به اجرا در آیند و برخی دانشگاه‌ها می‌توانند آن را نه به صورت مقطعی بلکه در سراسر سال اجرا کنند. شاید اجرای این دوره‌ها در حوزه‌هایی مثل رباتیک و تلفن هوشمند جذابیت بیشتری برای جوانان داشته باشد. چنین برنامه‌هایی فرصت‌های مغتنمی برای مخاطبین فراهم خواهند ساخت که ارزش عملی دوره‌های آموزشی را احساس کنند و در عین حال، آفرینندگی، روش حل مسئله، ایجاد ارتباط و آموزش مهارت‌های گروهی خود را گسترش دهند. هدف درازمدت چنین برنامه‌هایی، افزایش آگاهی دانش‌آموزان دبیرستان‌ها در مورد حوزه‌های مربوط به مهندسی است. تأثیر طولانی‌مدت این برنامه‌ها، زمان بیشتری می‌طلبد.

در زیر اهمیت حرفه مهندسی مطرح و نظراتی ارائه شده‌اند که مشخص می‌کنند چگونه می‌توان این حرفه را برای نسل آینده جذاب کرد.

سیاست‌گذاری علمی آینده برای رقابت در فناوری و اقتصاد جذب استعدادها در علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات را ضروری می‌سازد. از این رو دولت‌ها باید سیاست‌هایی را اتخاذ کنند که عالمان،

دانش آموزان، پژوهشگران و متخصصین در STEM را جذب کنند تا در تلاش برای نوآوری و ایجاد شغل سهیم شوند. هم چنین باید اهمیت این مسئله درک شود که افزایش و آموزش صاحبان دانش و به ویژه مهندسان در کشور لازم است. در غیر این صورت در آینده کشور با بحران مواجه خواهد شد. بررسی‌ها نشان می‌دهند که علاقه دانش‌آموزان به حوزه‌های STEM در حال کاهش است. کشورهای پیشرفته می‌توانند این کمبودها را از طریق جذب خارجی‌ان جبران کنند ولی بدیهی است که چنین امکانی در کشور ما وجود ندارد.

دولت باید در پژوهش علوم پایه، سرمایه‌گذاری پیوسته‌ای انجام دهد، فارغ‌التحصیلان گوناگون در STEM افزایش یابد و درس در زمینه معرفی حوزه مهندسی برای دانش‌آموزان دبیرستانی الزامی شود. این سیاست‌ها جزو امور ملی اضطراری هستند.

بیشتر دانش‌آموزان از مهندس فهم اولیه‌ای به صورت «طراحی و ساخت اشیا» دارند اما تعداد بسیار محدودی از آنان در مورد این که واقعاً مهندسان چه می‌کنند، حس لازم را دارند. بیشتر دانش‌آموزان از ریاضیات می‌هراسند و هرگز حرفه‌ای را که با ریاضیات در ارتباط است، مد نظر قرار نمی‌دهند. یک راه موفق آن است که یک برنامه راهنمای مهندسی ارائه شود که به دنبال آوردن اصول مهندسی، مهارت‌ها، و تجربیات طراحی در آموزش دبیرستانی باشد و بدین ترتیب هر دانش‌آموزی به طور آزاد مهندسی را بفهمد. این موارد می‌تواند کشف مهندسی، مهندسی و جامعه، مهارت‌های حرفه‌ای مهندسی و کار مهندسی باشد.

افزودن چنین خصوصیتی به برنامه‌های آموزشی آن را برای رقابت با ارزش می‌سازد. دانش قبلی برای دبیرستان‌ها ضرورتی ندارد و هر دبیری می‌تواند آموزش لازم را ببیند و این دوره را ارائه دهد. به دانش‌آموزان اختیار داده شود که در جامعه محلی‌شان از طریق نمایش مسائلی که شخصاً برایشان معنا دارد یا با چالش‌های معتبر جامعه همراه است، مثل تحمل پذیری، آب تمیز، و سلامت انسان، تغییر بیافرینند. روش‌های آموزش دانش‌آموزان آنان را قبل از ورود به حوزه مهندسی، در آفرینش مهندسی درگیر می‌کند. در نظر گرفتن تفاوت‌ها در چگونگی یادگیری دانش‌آموزان تأثیر مهمی بر روی حافظه آنان می‌گذارد.

رقابت اقتصاد ملی، قدرت نظامی، سلامت مردم و استاندارد زندگی، زمینه‌های مورد توجه هستند و رشد نیروی کار مهندسی، گامی اساسی در ساختن آینده است.

۲. ارتقای درک مهندسی

لازم است سازمان‌های مهندسی تلاش هماهنگی را برای ارتقای فهم عموم از دانش مهندسی و فناوری به عمل آورند. متأسفانه یک درک نادرست به طور عام وجود دارد که مهندسی حرفه‌ای است که مستلزم تسلط فراوان به ریاضیات است و از این رو برای همه افراد مؤثر نیست. چنین افسانه‌ای

اغلب دانش‌آموزان را از حرفه‌های صنعتی منصرف می‌کند. عموم درک اندکی از ماهیت و ارزش آموزش مهندسی دارند. دانشکده‌های مهندسی باید به فهم عموم از این که مهندسان چه می‌کنند و چه نقشی در تحقق افزایش کیفیت زندگی انسان‌ها دارند، کمک کنند و باید سیاستی اتخاذ شود که آموزش مهندسی را در محدوده درک اجزای مهندسی تعدیل کند.

۳. اجرای برنامه‌های تبادل در حوزه مهندسی

هدف از تبادل در حوزه مهندسی، معرفی نوآوری‌ها و توسعه فرهنگ‌ها، پرورش تأثیرات متقابل بین پیشگامان نسل آینده در علم و فناوری و بنا نهادن ارتباطات و همکاری بین‌رشته‌ها، فرهنگ‌ها و کشورهاست. برای مثال دولت‌های ژاپن و بریتانیا پیوندهای اینترنتی بین دانش‌آموزان انگلیسی و ژاپنی را برقرار کرده و تبادل دانش‌آموزان، آموزگاران و دبیران را مورد تشویق قرار داده‌اند. در کنار همکاری‌های بیشتر از طریق سازمان‌های بین‌المللی، هر دو کشور فرصت‌های گسترده‌ای برای جوانان بریتانیایی و ژاپنی فراهم ساخته‌اند تا درک کامل‌تری از فرهنگ، مردم، جامعه و روش زندگی یکدیگر پیدا کنند. با فراهم آوردن چنین برنامه‌هایی، دانش‌آموزان اجازه می‌یابند که قابلیت زبان خارجی، مهارت‌های بین فرهنگی و تجربه حرفه‌ای پیدا کنند تا به طور مؤثر با محیط چندملیتی، تصور کلی مهندسی را متحول سازند. دانش‌آموزان می‌توانند تأثیر متقابل مهارت‌ها، به علاوه آگاهی از آینده شغلی و کار در زمینه‌های مختلف را تجربه کنند. این گونه همکاری در سطح دبیرستان‌ها و دانشگاه‌های جهان تبادل ایده‌های درخشان، فرهنگ و اخلاق کار را ارتقا می‌بخشد.

۴. توسعه مراکز پژوهش مهندسی

مراکز پژوهش مهندسی یک چارچوب مشارکتی غیرموازی را بین بازیگران عمده صنعتی و هیئت علمی فراهم می‌سازد تا تحرک دانشجویان و اعضای هیئت علمی افزایش یابد. بدنه رشددهنده تحقیق، چگونگی یادگیری دینامیک را به دانشجویان عرضه می‌کند تا با راهنمایی و در هر مرحله کار، دانشجویان تبدیل آموزه‌های محیط کارشناسی را تجربه کنند. با تمرکز روی تحقیق در مراکز آموزشی، مشخص می‌شود که چگونه می‌توان به دانش‌آموزان با سبک‌های آموزشی مختلف، خدمت ارائه داد، چه رهیافت‌ها و تربیت‌هایی به کار برد و چگونه این موارد را مورد تأکید قرار داد تا افرادی تربیت شوند که در تمام عمر خود آموزنده باشند. همچنین این امر به آنان کمک می‌کند که درک کنند چه مهارت‌های ویژه‌ای برای ممارست مهندسی در قرن حاضر لازم است. با افزایش مشارکت صنعتی و تشویق به تحقیق و نوآوری، دانش‌آموزان بیشتری هم به دوره‌های تحصیلات تکمیلی جذب می‌شوند و مهندسی به عنوان یک شاخه بدیع مد نظر قرار می‌گیرد.

۵. توسعه بورس های تحصیلی

اهرم بورس تحصیلی انگیزه‌ای برای افرادی فراهم می‌سازد که آنها را علاقه‌مند به ادامه تحصیل در رشته‌های مهندسی می‌کند ولی تمکن مالی کافی ندارند. این یک مسئله مهم در نواحی کمتر توسعه یافته است که به خاطر فقر با کمبود زیاد متخصص مواجه‌اند. با تأمین هزینه زندگی، کاهش شهریه‌های آموزش مهندسی مراکز غیردولتی دانشجویان را به تحصیل ترغیب کرد. بورس‌ها و حمایت‌های مالی به دانش‌آموزان مستعد از قشرهای کم‌درآمد، کمک خواهد کرد تا فاصله بین استعداد خام و اندیشمند کارکشته را پل بزنند و آموزش مهندسی را به آموزشی ارزان‌تر تبدیل کنند.

۶. مشارکت فعال با بازیگران صنعت

مهندسی یک حوزه پویاست و در آن تحولات پیوسته‌ای به عنوان فناوری‌های نورخ می‌دهد. برای آن که طیف گسترده‌ای از مهارت‌ها در معرض دید دانشجویان قرار گیرند، برای بیشتر مؤسسات آموزشی مشارکت با بازیگران صنعت ضروری است. ممکن است برخی از دوره‌ها برای صنعت مفید نباشند و تعداد زیادی از فارغ‌التحصیلان این دوره‌ها بیکار بمانند و از این رو دانش‌آموزان بعدی از ادامه تحصیل در این حوزه‌ها منصرف شوند. گردانندگان صنعت باید تشویق شوند تا با ایجاد فرصت‌های کارآموزی و تحقیق جدی، به دانشجویان اجازه دهند روش عملی‌تر مهندسی را تجربه کنند. همچنین این امر به دانشجویان و دانشگاه‌ها کمک می‌کند تا مهارت‌هایی را مشخص کنند که بیشتر مورد نیازند و استخدام در آنها آسان‌تر است.

۷. اصلاحات در برنامه‌های درسی

آگاهی عموم از مهندسی تحت تأثیر عوامل متعددی نظیر ماهیت کار مهندسی، صلاحیت‌های لازم شاغلان مهندسی و ساختار و دقت یک آموزش مهندسی در مقابل دیگر برنامه‌های آموزشی حرفه‌ای یا کارشناسی قرار دارد. برای جذب دانش‌آموزان بیشتر در رشته مهندسی ضروری است تا شغلی در قامت مهندسی فراهم آید. به علاوه تجربه صنعتی اعضای هیئت علمی می‌تواند بسیار مفید واقع شود. همکاری‌های زیادی با بازیگران صنعت لازم است تا دوره‌های تحصیلی مربوط، برای دانشجویان به‌روزرسانی شوند. مدرسین رشته‌های مهندسی باید از روش مطالعات موردی مناسب برای دوره‌های آموزش کارشناسی و تحصیلات تکمیلی استفاده کنند. از این رو ضرورت دارد با مشاورت صنایع دوره‌های آموزشی اصلاح شوند. با این کار متقاضیان بیشتری جذب رشته‌های مهندسی خواهند شد. با تمرکز روی این پیام که مهندسی فقط برای آنانی مناسب است که در ریاضیات و علوم برترند، باعث روگردانی تعداد زیادی از داوطلبین از رشته‌های مهندسی می‌شود. لازم است به مفاهیم آفرینندگی مهندسی تأکید و نشان داده شود که مهندسی نه فقط حل معادلات بلکه حل مسائل و رفع مشکلات واقعی

جامعه است.

۸. هدف نهایی سیاست فناوری

در جهان فناوری‌های قدرتمند جدیدی در حال انتقال به صنعت است. این فناوری‌ها می‌توانند سازوکاری برای انتقال آموزش و یادگیری باشند. (ICT (Information Communications Technology) در آموزش مهندسی لحاظ شود تا دانشجویان را به آخرین مهارت‌های اینترنتی مجهز سازد و فرصت‌هایی برای ایجاد شبکه بین‌المللی فراهم آورد. این امر برای شرکت مؤثر در جهان امروزی ضروری است. پیشرفت‌های سریع در سال‌های پیش رو محیط‌های یادگیری جدیدی، مانند استفاده از شبیه‌سازی‌ها، تجسم فکری، بازی، نظام‌های آموزش هوشمند، شبکه‌های یادگیری بیشتری فراهم خواهند آورد. فناوری‌هایی که در حال آمدن هستند، می‌توانند فرصت‌های یادگیری الزام‌آوری بیافرینند که نیاز تمام یادگیران را تأمین کنند و دانش و آموزش در محیط قابل انعطاف را فراهم سازند و در عین حال یادگیری را ارتقا داده و هزینه آن را کاهش دهند.

۹. بهبود مشاور حرفه‌ای

بیشتر جوانان و والدین آنان به دقت به فرصت‌های شغلی و حرفه‌ای مرتبط به رشته‌های دانشگاهی می‌نگرند. به این معنا که انتظار دارند تحصیل دانشگاهی دانش‌آموز در جهت کار آینده وی باشد. اگر کمبود مهارت‌های مهندسی برای برنامه‌ریزان آموزشی محسوس باشد و این کمبودها برطرف شوند، انتخاب رشته‌های مهندسی برای جوانان جذاب خواهد شد. اما به نظر می‌رسد درک مهندسی به عنوان یک حرفه و به ویژه ارتباط آن با ریاضیات و علوم که جوانان در دبیرستان می‌آموزند، هنوز یک مشکل به حساب می‌آید. ضروری است که دانش‌آموزان در مراحل انتخاب در جریان اطلاعات مربوط به صنایع و حرفه‌ها مختلف قرار گیرند. لازم است دانشگاه‌ها شراکت بیشتری با صنعت برقرار سازند و حاصل آن را به دبیرستان‌ها انتقال دهند و دانش‌آموزان را با کارهای عملی آشنا سازند و با فارغ‌التحصیلان و کارآموزان ارتباط دهند. با نمایش سهم مهیج مهندسی، موارد جاری و آینده را رقم بزنند و این که چگونه درجه مهندسی دانشگاهی به شغل‌های بسیار مفید منجر می‌شود را تشریح کنند. آیا فکر می‌کنید عموم مردم، این پیام را که مهندسی دیگر فقط در مورد پل‌ها و راه‌آهن نیست، دریافت کرده‌اند؟

۱۰. سوق دادن دانش‌آموزان بیشتر به رشته مهندسی

به دانش‌آموزان در دبیرستان آموزش علوم داده می‌شود و آنان درک می‌کنند که چه چیزهایی را یاد می‌گیرند. جوانانی که به رشته مهندسی تمایل دارند، غالباً آنان هستند که والدین یا آشناهایشان

مهندس هستند. به عبارتی به ندرت دبیرستان‌های محل تحصیلشان، آنان را به سوی مهندسی سوق می‌دهند. از آن جا که مهندسی موضوعی نیست که در دبیرستان آموزش داده شود، به وضوح ضروری است که مهندسان بیشتری در دبیرستان‌ها حضور یابند تا به دبیران کمک کنند. برخی شرکت‌های بزرگ برای انجام این کار بسیار مناسبند.

شاید یک راه مؤثر در جذب دانش‌آموزان به مهندسی این باشد که دانشگاه‌ها سال اول رشته‌های مهندسی را به صورت عمومی برگزار کنند و به دانشجویان فرصت دهند تا رشته خاص مورد نظر خود را در سال دوم انتخاب کنند. این که از دانش‌آموزی خواسته شود تا مهندسی برق یا مهندسی مکانیک را قبل از این که واقعاً بداند این رشته‌ها چیستند انتخاب کند، کار اشتباهی است. البته اطلاع‌رسانی و تبلیغ در مورد محاسن رشته‌های مهندسی در دوره‌های آموزش ابتدایی، متوسطه و رسانه‌ها ضرورت دارد. مهندسی به دنبال یافتن راه‌حل‌های عملی برای مسائلی است که جامعه با آن مواجه است، مثل تغییر اقلیم، پیر شدن جمعیت و غیره. این در حالی است که در مدارس و رسانه‌ها فقط به مسائل جاری مهندسی، مثل پل‌ها و راه‌ها پرداخته می‌شود. بیشتر مردم اطلاع ندارند که مهندسی چیست. آنان تنها با مواردی در ارتباط قرار می‌گیرند که فکر می‌کنند مهندسی است، مثل تعمیر وسایل خانگی و شوربختانه رسانه‌ها نیز به این سوء برداشت‌ها کمک می‌کنند.

۱۱. افزایش حقوق و رعایت‌شان مهندسان

سال‌ها قبل، کمبود مهندس در کشور وجود داشت، از این رو فارغ‌التحصیلان موفق به راحتی وارد بازار کار می‌شدند. با این حال در آن زمان پرداخت و شرایط شغل‌های مهندسی نازل‌تر از پزشکی و حقوق بود و در کشورهای پیشرفته، تا حد زیادی کمتر از شغل‌هایی مثل بانکداری بود. در برخی کشورها احترام و مزد مهندسان، قابل مقایسه با پزشکان و وکلایست، گرچه درآمد زیادتر غالباً در مدیریت دیده می‌شود ولی بیشتر مهندسان علاقه ندارند که مدیر شوند و بیشتر علاقمندند به کارهای فنی بپردازند. تا زمانی که نه فقط پرداخت به مهندسان، بلکه نقش مورد انتظار آنان مد نظر قرار نگیرد و ارشد بودن و تجربه آنان مورد التفات نباشد رو برگرداندن دانش‌آموزان نسبت به انتخاب رشته‌های مهندسی ادامه خواهد یافت. احساس می‌شود برای اکثر مهندسان در حرفه خود، پاداش چشمگیری وجود ندارد ولی این بهایی است که باید برای حرفه پایدار و امنیت شغلی بپردازند. مهندسی به عنوان یک شغل هنوز با پرداخت کم و ارتقای نازل در مقایسه با سایر رشته‌ها، حتی حسابداری، قرار دارد.

۱۲. افزایش آگاهی دانش‌آموزان و عموم از مهندسی

برای افزایش اشتیاق و جذب دانش‌آموزان به حوزه مهندسی، باید رقابت‌ها و چالش‌های متعددی در مؤسسات آموزشی و نیز صنعت اتفاق افتد. این چالش‌ها برای جذب توجه بیشتر به برنامه‌های

مهندسی باید ادامه یابد. مشارکت در این چالش‌ها هم برای دانش‌آموزان که تلاش در توسعه قابلیت‌های طراحی و شبکه‌سازی خود دارند و هم برای مؤسسات که سعی در ارتقای برنامه‌ها و افزایش رویت‌پذیری خود دارند منفعت دارد.

برای رفع و رجوع مؤثر افسانه‌های مختلفی که در مورد حوزه مهندسی وجود دارد، باید اسباب حمایت از توسعه و نگهداری برنامه‌های بسیار نوآورانه فراهم شود. مواد درسی دانش‌آموزان دبیرستانی باید در جهت یک حرفه مهندسی موفق طراحی شوند تا اشتیاق دانش‌آموزان را برانگیزانند. انجمن‌ها و دانشجویان مهندسی نیز می‌توانند به عنوان معلم عمل کنند، دانش‌آموزان دبیرستان‌ها را در معرض فعالیت‌های مهندسی مهیج قرار دهند تا آنان را به ادامه تحصیل در این حوزه تشویق شوند. دانشگاه‌ها باید با انجمن‌های محلی، مدارس، و معلمان درباره این که مهندسی چیست گفتگو کنند. این کار هر چه سریع‌تر باید آغاز شود و عقب انداختن آن به کلاس‌های بالاتر دبیرستان، شاید دیر باشد. اگر به دانش‌آموزان توضیح داده شود که مثلاً در تمام تجهیزات بیمارستان‌ها، مثل اشعه X یا سایر دستگاه‌ها، مهندسی باید درگیر ساخت دستگاه‌ها بوده باشد تا مراقبت از بیماران صورت گیرد، این برداشت تأثیر زیادی بر روی آنان در مورد امکان وسیع این حرفه می‌گذارد. هنگامی که مهندسی به صورت یک حوزه باریک توصیف شود، هیجان لازم را به دانش‌آموزان القا نمی‌کند. اگر دانشگاه‌ها چنین توصیفی را مد نظر قرار دهند، مثل این است که صاحب استخر بزرگی هستند که متقاضیان اندکی دارد. پس باید به طور فعال به مدارس معاضدت کرد. مثلاً در سومین سال دوره کارشناسی، دانشجویان می‌توانند به عنوان سفیران مهندسی به مدارس گسیل داده شوند تا مهندسی را به طور مستقیم به مدارس ببرند و این کار کلیدی و بسیار خوبی است. از مهندسانی می‌توان استفاده کرد که مدول‌هایی در مدارس در کنار دبیران ارائه دهند. این کار را حتی می‌توان، از سن ۱۱ سالگی برای دانش‌آموزان شروع کرد.

کسب تجربه در محل کار برای جوانانی که می‌خواهند مهندس شوند، ضروری است. داده‌ها نشان می‌دهند که اغلب بهترین شغل‌ها به آنانی تعلق می‌گیرد که نوعی تجربه اولیه داشته باشند. لازم است با ایجاد آگاهی و تشویق مطمئن شد که فرصت‌هایی برای تجربه‌اندوزی و تعامل با شرکت‌ها و مهندسان در طی دوره آموزشی فراهم است.

برای اصلاح درک عموم از مهندسی پیشنهاد می‌شود که جامعه مهندسی بر اساس یک سیاست ارتباطی شروع به عرضه پیام‌های هماهنگ کند. این پیام‌ها به شرح زیرند:

- مهندسان جهانی متفاوت می‌آفرینند.
- مهندسان ضمن ارائه ایده‌های نو، به حل مسائل جدید می‌پردازند.
- مهندسان به شکل دادن آینده کمک می‌کنند.
- مهندسی برای سلامتی، شادی و امنیت جامعه ضروری است.

پیام‌های مزبور مردم را قادر خواهد ساخت که تصمیم‌های آگاهانه‌تر در مورد فناوری، تشویق دانش‌آموزان به انتخاب حرفه‌های مهندسی و سرانجام پایدارسازی ظرفیت نوآرانه بگیرند. ضرورت دارد که دولت‌ها برای این آگاهی‌سازی بودجه‌هایی تخصیص دهند تا نظر عموم را بهبود بخشند. در حالی که کمتر از حدود ۱۵٪ از جوانان، مهندسی را با اصطلاحاتی مثل کسالت‌آور یا غیراجتماعی توصیف می‌کنند، پژوهش‌ها نشان می‌دهند که بیشتر دانش‌آموزان از ریاضی و علوم به حد کافی لذت نمی‌برند. مهندسی باید به عنوان حرفه‌ای رضایت‌بخش تغییر یابد و این امر مستلزم آفرینش ایده‌ها و کارگروهی است، نه فقط منافع شخصی و مهارت‌های فنی. جامعه مهندسی باید سیاست‌هایی اتخاذ کند و ابزاری به کارگیرد که منجر به توسعه موثرتری شود (Bøe, 2011).

موفقیت در سطحی پیشرفته برای دانش‌آموزان دبیرستانی ضروری است تا قادر به ادامه تحصیل در رشته‌های مهندسی شوند. با این ذهنیت، برخی از این انتخاب‌ها، به ویژه در رشته‌های غیرمهندسی، مطمئناً از انتظارات والدین و وضعیت جامعه نشئت می‌گیرد ولی عوامل دیگری هم در این امر دخیل هستند. (Europe 2010)

گرچه مهندسان کارآزموده اغلب امکان استخدام و دریافت حقوق مکفی را دارند ولی برای تعداد زیادی از دانش‌آموزان روشن نیست که مهندسان چه کارهایی انجام می‌دهند- تصویر مثبت آنان از مهندسی، مواردی مثل طراحی و ساخت پل‌ها و خودروهاست. به عبارتی سهم مهمی که مهندسان در سایر موارد در جامعه دارند، دیده نمی‌شود. به نظر می‌رسد همان‌گونه که پزشک در موضع کمک به بیمار رویت می‌شود، مهندس هم باید در موقعیت کمک به رفع مشکلات فنی دیده شود. حوزه توان بخشی به کمک رباتیک، از جمله مواردی است که پزشکان و مهندسان تعامل مستقیمی با هم دارند. مواردی مثل کالبدشناسی اختلال حرکتی، مستلزم زمان طولانی توان بخشی با وسایل کاربردی است که در آن کنترل و انجام حرکت‌های تکراری، ضروری است تا به کار درمانگر نظارت شود. با این وصف، انجام حرکت تکراری می‌تواند مسئله‌ساز باشد، به‌ویژه وقتی بیمار ناتوان یا کودک است. هم‌زمان، محدودیت منابع ممکن است مانع نظارت مستقیم متخصصان بهداشت و سلامت باشد. کاربرد رباتیک انواع مختلف و بیشتر توان بخشی را امکان‌پذیر می‌سازد و بخشی از کندی پیشرفت درمان را جبران می‌کند. حتی از طریق کنترل از راه دور ربات امکان توان بخشی کلینیکی مفید وجود دارد. ارتباط از طریق تصویر دوجهته (با TCP/IP پروتکل کنترل انتقال/ پروتکل اینترنت) به دانشجویان اجازه می‌دهد با ساخت ربات و ارتباط با بیمار در فرایند توان بخشی شرکت کنند و انتظار می‌رود که دو طرف از این تعامل متقابل بهره‌مند شوند. ماهیت ملموس و فردی می‌تواند تأثیر قابل توجه کار مهندسان در جامعه را به دانش‌آموزان نشان دهد. این تأثیر به طور فردی و نیز نظام‌مند صورت می‌پذیرد.

دانش‌آموزان در دوره تحصیل دبیرستان در معرض میزان محدودی از کارهای مهندسی و عملی قرار می‌گیرند که حتی آنها هم انعکاس دقیقی از مهندسی دوره کارشناسی نیست (OECD, 2006). گرچه

موضوعات علمی در کارهای آزمایشگاهی تبلور می‌یابند ولی روش‌های تجربی ارائه شده به دانش‌آموزان همراه با فهرستی از دستورات عمل‌های متمایزند و از دانش‌آموزان خواسته می‌شود که آنها را تکرار کنند. اینها برای توسعه مهارت دانش‌آموز، مثل بررسی یادگیری، پژوهش، تحلیل داده یا حل مسئله - به عنوان اجزای کلیدی رشته مهندسی کافی نیست. بدون فرصت تجربه کردن جدی این اجزا، از ابتدای امر دانش‌آموزان به این اعتقاد می‌رسند که مهندسی عموماً نظری، با تمرکز روی ریاضیات (شغل پشت میزی) است و باور می‌کنند که تنها افراد فوق‌العاده هوشمند می‌توانند موفق و خوشحال به استخدام درآیند و این یک نکته منفی به حساب می‌آید.

گنجاندن موارد مهندسی در سرفصل‌های دروس دبیرستانی را می‌توان مهم تلقی کرد. اجزایی مثل حل مسئله، و یادگیری گروهی پژوهش‌محور را می‌توان با فعالیت‌های یادگیری مسئله‌محور مشارکتی به نمایش گذاشت. افزودن ویژگی عمل - اجرا - باور - طراحی (CDIO) در دبیرستان، باعث خواهد شد که دانش‌آموز در محیط یادگیری آفرینندگی پیدا کند و ارتباط اجتماعی وی پررنگ شود (Europe 2004; Hanson, 2010). آمار نشان می‌دهد که حدود ۸۰٪ دانش‌آموزان نمی‌دانند که در مقایسه با زیست‌شناسی و شیمی، چگونه یک نظریه فیزیک ممکن است به درد محیط کار بخورد (Whiston, S, 2004; Bandura A, 2001). حدود ۷۵٪ از دانش‌آموزان معتقدند فیزیکی که می‌آموزند، آشکارا اثر بسیار اندکی در زندگی واقعی آنان دارد. بدین ترتیب کاربردهای عملی نظریه‌ها می‌تواند این روند را تغییر دهد.

۱۳. ساختار و جزئیات مفهومی

دانش‌آموزان باید از فرصت آموزش مهارت‌های کار گروهی و حل مسئله بهره‌مند شوند تا عوامل اولیه تحصیل در مهندسی پررنگ شود. ارائه تعریف دقیق و اجتماعی حوزه مهندسی به دانش‌آموزان باعث ارتقای آگاهی عموم از آنچه در حرفه مهندسی می‌گذرد، خواهد شد. از این رو تدوین سرفصل‌های دروس دبیرستانی به‌گونه‌ای که چارچوب کلی آنها حاوی این موضوعات باشد، اهمیت دارد. در کنار ارائه این سرفصل‌ها، دانش‌آموزان انتظار دارند که تئوری‌هایی را که یاد می‌گیرند، اجرا کنند و این به بهبود انگیزه جذب تئوری می‌انجامد و لزوم کاربرد آن را پررنگ می‌کند. برای آن که انگیزه دانش‌آموز در جذب تئوری بهبود یابد، کاربرد و لزوم کلی آن باید مورد تأکید قرار گیرد.

ترکیب سناریوی کاربرد محور، حل مسئله و یادگیری گروهی با آموزش دبیرستان، نشان داده است که باید ارتباط اجتماعی مسیر حرفه‌ای برای دانش‌آموزان تبیین شود. مثلاً کاربردهای مهندسی در پزشکی، ممکن است توجه دانش‌آموز را جذب کند. بیشتر ابتکارات پزشکی قبل از رویت نتایج کلینیکی، نیازمند آزمون بالینی عمیق هستند و این آزمون برای درمان طولانی مدت استفاده می‌شود. از مشاهده اجرا و اثرات حاصل از تلاش دانش‌آموز در چارچوب آموزش نقش و سهم وی در یک پروژه آشکار می‌شود.

با عرضه پروژه کلاسی که دانش‌آموزان شخصاً با آن در ارتباط باشند، اهمیت اجتماعی مهندسی و وابستگی حوزه پزشکی به نوآوری‌های فناورانه روشن می‌شود. طراحی پروژه باید به گونه‌ای صورت پذیرد که شرکت یک گروه از دانش‌آموزان و فرد جوان هم‌سن تحت کاردرمانی میسر شود. این درمان به شکل بهبود مشکل حرکتی ناشی از فلج مغزی توسط موتور است. در آغاز برای دانش‌آموزان یک ربات، دوربین رایانه‌ای و دوره مشکل حرکتی متناسب با اندازه ربات فراهم می‌شود. پروژه دانش‌آموزان ساخت رباتی است که دوره مشکل حرکتی را از طریق ترکیب حسگرها و موتورهای کنترل شده از راه دور هدایت کند، پس لازم است دانش‌آموزان، بازه وسیعی از نظریه‌هایی را که در دروس دبیرستان یاد گرفته‌اند، به کار بندند.

در طی بخش مقدماتی، دانش‌آموزان ممکن است در معرض انتقال مفاهیم علمی قرار گیرند و این تئوری تجمیعی، با کار گروه محور تقویت می‌شود. در طی آن بخش انتظار می‌رود تا دانش‌آموزان دانشی را که در مجموعه ربات‌ها کسب کرده‌اند، به کار گیرند. برای مثال به دانش‌آموزان به عنوان سرفصل‌های فیزیک اصول نور، امواج، و طیف رنگ آموزش داده می‌شود. به دانش‌آموزان، یک مجموعه ربات داده می‌شود که شامل حسگر نوری است و خواسته می‌شود رباتی بسازند که خط قرمز را تعقیب کند. دانش‌آموزان باید با استفاده از دانش نظری که از درک موضوع موج و فرکانس نور کسب کرده‌اند یک ربات چرخ‌دار بسازند و برنامه‌ریزی کنند که بتواند تفاوت بین امواج رنگی دریافتی از حسگر نوری را تشخیص دهد و بدین ترتیب از این اطلاعاتی دریافتی بهره‌برداری کنند.

سپس فرد جوان تحت درمان به دانش‌آموزان معرفی می‌شود و با ارتباط دوطرفه از طریق دوربین رایانه‌ای / میکروفن، امکان تماس چهره‌به‌چهره گروه کلاسی و بیمار فراهم می‌شود. با دوربین‌های رایانه‌ای اضافی می‌توان خود ربات و مشاهده پیشرفت عملیات از ابتدا را به بیمار نمایش داد. بیمار به دستگاهی مجهز می‌شود که آنان بتوانند کنترل ربات را به دست گیرند.

غالباً فعالیت‌های روزانه بیمار، مثل بستن بندهای کفش یا بستن دکمه پیراهن دشوار است و این به علت مشکل عدم کنترل نرم موتور توسط بیمار است. از این رو لازم است برای هدایت ربات با اهرمک رایانه، یک سری موانع و تعامل و حسگرهای نقطه‌ای به کار رود. هدف عرضه مختصات حرکت‌های ماهیچه‌ای کوچک به گونه‌ای است که برای این حرکت لازم است. میزان مهارت به‌کارگیری اهرمک مورد نیاز برای تکمیل این کارها ممکن است تغییر کند و طراحی شامل دوره دشواری باشد که به نیازهای بیمار وابسته است. علاوه بر این، گروه‌های دیگر می‌توانند دوره طراحی موانع را ارائه دهند تا پیوسته به شکلی نوآورانه میزان مهارت بیمار توسعه یابد. همچنین بیماران ممکن است با یکدیگر از طریق ساختارهای تمرینی مثل «زمان-تا-تکمیل» یا «موانع تعاملی» رقابت کنند. از این رو بیمار در فرایند درمان درگیر می‌شود و کنترل نرم موتور را بهبود می‌بخشد و این از طریق تکمیل یک پیام دریافتی صورت می‌گیرد.

برای بیمار افزایش قابل توجهی در حرکت پدید می‌آید. در محیطی بسیار مددکارانه بیماران می‌توانند همتایان خود را مشاهده و با آنان صحبت کنند تا رقابت تشویق شود و بهبود یابد. از طریق اجرای مدول فوق، دانش‌آموزان نه تنها به نظریه STEM لازم دوره متوسطه خود توجه می‌کنند، بلکه فرصت می‌یابند تا از آن استفاده کنند. بدین ترتیب نه فقط اطلاعات طولانی‌مدت را بهبود می‌بخشند، بلکه STEM آنان تحرک بیشتری پیدا می‌کند. اطلاع از آن چه در رشته مهندسی رخ می‌دهد- عواملی مثل کار گروهی و حل مسئله نیز از طریق مرحله ساخت ربات با گروه دانش‌آموزی اصلاح می‌شود. سرانجام، ارتباط اجتماعی مهندسی از طریق تأثیر متقابل دانش‌آموزان و بیمار به شدت مورد تأکید قرار می‌گیرد. فرصتی برای دانش‌آموزان فراهم می‌شود که نه تنها شاهد تحرک اجتماعی فراهم شده از طریق ارتباط دوطرفه از راه دور باشند، بلکه توانایی بیمار در کنترل و هماهنگی بهبود یابد. این در پاسخ مستقیم به تلاش‌های دانش‌آموزان به طراحی دوره رباتیک است.

حیطه گسترده‌ای برای توسعه و ارتقای موارد فوق‌الذکر در زمینه آموزش و نیز پزشکی وجود دارد. امکان بازه وسیعی از پژوهش‌ها در حوزه دستگاه‌هایی که ممکن است به‌کارگیری آنها در کنار درس مشکل باشد، وجود دارد. با وجود آن که مورد فوق اساساً بر روی حوزه کنترل موتور تمرکز دارد، ابزار لمسی ممکن است، معرفی شود تا اجازه دهد برنامه گسترده وسیعی از شرایط مثل شیمی درمانی، بیماری اعصاب جنبی القایی و تحلیل ماهیچه مورد توجه قرار گیرد.

غیر از پاسخگویی اجتماعی، استخدام‌پذیری از عوامل اساسی در تصمیم‌گیری دانش‌آموزان است. اجزای تأثیرگذار بر روی آگاهی از حوزه مهندسی باید به‌گونه‌ای طراحی شوند که تغییرات پیوسته سناریوهای اقتصادی و فرهنگی رشد یابند.

۱۴. نتیجه‌گیری

برای ارتقای رشته‌های مهندسی در آموزش عالی و جذب دانش‌آموزان مستعد در آنها باید اقدامات زیادی مد نظر قرار گیرند. ارتقای درک رشته‌های مهندسی توسط جامعه و به تبع آن دانش‌آموزان در دوران تحصیل ضروری است. به این منظور آنان باید به طور مستمر با مهندسان، شرکت‌های مهندسی و دانشگاه‌ها در ارتباط باشند. درک عملی از کاربرد گسترده مهندسی در پزشکی و پیراپزشکی و عدم امکان پیشرفت در آنها بدون کمک رشته‌های مهندسی، باید مورد توجه قرار گیرد. این که گردش چرخ زندگی و تداوم و پیشرفت آن در آینده به وجود مهندسان ماهر و کافی وابسته است، آشکارا قابل درک است و این امر می‌تواند متقاضیان بیشتری به رشته‌های مهندسی جذب کند.

References

- Bandura A., Barbaranelli C., Caprara G. V., Pastorelli C. (2001), Self-Efficacy Beliefs as Shapers of Children's Aspirations and Career Trajectories, *Child Development*, Vol. 72, No. 1, pp. 187-206.
- Bøe M. V., Henriksen E. K., Lyons T. and Schreiner C., (2011). Participation in science and technology: Young people's achievement-related choices in late modern societies, *Studies in Science Education*, Vol. 47, No. 1., pp. 37-72.
- Engineering a Knowledge Island (2020), Irish Academy of Engineering Ireland, Sponsored by Inter TradeIreland. October 2005.
- Europe (2004). Europe needs more *scientists!*, *European Commission*, Director at eGeneral for Research, High Level Group on Human Resources for Science and Technology in Europe, Brussels.
- Europe(2010). A European Strategy for smart, sustainable, and inclusive growth, European Commission, Brussels.
- Eurostat database http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/employment_unemploymentfs/data/database (Accessed July 2012).
- Hanson, M., Engström, E., Kairamo, A., and Varano, M. (2010), Enhance the attractiveness of studies in science and technology, Joint International IGIP-SEFI Annual Conference, IGIP-SEFI, Trnava, Slovakia.
- <http://www.independent.ie/opinion/editorial/lowtax-policies-created-the-tiger-485406.html>.
- <http://www.revenue.ie/en/business/incentives/tax-incentives-investors-ireland.html>.
- John Power, (2011), Director general of EI, EI Annual Conference.
- OECD (2006), Changing supply and demand for S&T professionals in a globalised economy, OECD Publishing.
- *Our Lady's/St. Andrew's Surveys*.
- *Qualifax*, (2012), http://www2.cao.ie/dir_report/content.htm.
- Sahlberg, P., Education policies for raising student learning: the Finnish approach *Journal of Education Policy*, *Journal of Education Policy* (2007), Vol. 22, No. 2., pp. 147-171
- Whiston S. C., Keller B. K. (2004), The influences of the family of origin on career development: a review and analysis, *The Counseling Psychologist*, Vol. 32, No. 4, pp. 493-568.