

## مطالعه تطبیقی آموزش مهندسی پلیمر در ایران و جهان

علی عباسیان\* و پگاه محمدحسین پور

گروه مهندسی پلیمر - علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی

### چکیده

در سالیان گذشته مطالعات مختلفی روی آموزش و تربیت مهندسان در دنیا شده است و متناسب تحولات دنیا و آموختن از رویکردهای گذشته تغییرات مختلفی در دنیای دانشگاهی و یا از دنیای صنعتی پیشنهاد شده که از آماده شدن برای عصر فناوری اطلاعات و رایانه و تاثیرات آن بر الزامات مهندسی تا دوران اخیر که تاکید بر آموزش مهندسان برای توسعه پایدار و مهندسی جهانی اهمیت یافته، کشیده شده است. از سوئی در سالیان اخیر تاکید بیشتری از حرکت از دانشگاه پژوهشی که بنیاد اولیه دانشگاه‌های اروپا را شکل داد و غایت تربیت دانشجو را پژوهشگری در عرصه علم در دانشگاه می‌دانست به سمت تربیت دانش‌آموختگانی برای حل مسائل مبتلا به جامعه و در مورد علوم مهندسی و تربیت مهندسانی منعطف برای رفع نیازهای صنعت به صورت خاص شده است. بر این مبنا است که روش‌های آموزشی مبتنی بر یادگیری از حل مسئله (PBL) نیز بیشتر مورد توجه واقع شده است. در این میان تغییرات شدید فناوری در عرصه‌های مختلف موجب ظهور رشته‌هایی جدید شده است که با تعاریف مهندسی سنتی هم‌خوان نیست؛ این رشته‌های بعضاً میان‌رشته‌ای نیازمند طراحی دوره‌های درسی خاص خود هستند که مهندسی مجدد رشته‌های مهندسی را می‌طلبد. در این مطالعه، وضعیت آموزش مهندسی پلیمر در ایران و ۷ مرکز آموزشی معتبر این حوزه در دنیا با توجه به مسائل پیش گفته بررسی شده است. مؤسسات مورد مطالعه عبارت بودند از: دانشگاه فنی دانمارک (در دانمارک)، دانشگاه ETH زوریخ (در سوئیس)، دانشگاه Loughborough (در انگلستان)، دانشگاه لوبول (در ایالات متحده آمریکا)، دانشگاه انسانی لیون (در فرانسه)، دانشگاه جیائوتانگ شانگهای (در چین) و انستیتو فناوری توکیو (در ژاپن). مبنای اصلی گزینش این دانشگاه‌ها رتبه این دانشگاه‌ها در سطح جهانی و نیز در رشته مهندسی پلیمر بوده است. طی مطالعه به روش و نوع ارائه خدمات تحصیلی در رشته مهندسی پلیمر، شامل مقطع تحصیلی (کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری) و گروه ارائه دهنده (مواد، شیمی،...) پرداخته شده است. در مطالعه دانشگاه‌های مذکور، با بررسی مباحث درسی و روش‌های اتخاذ شده در ارائه آن‌ها، میزان ارتباط و مشارکت با صنعت، گستردگی فعالیت و مهندسی جهانی، ... و در عین حال با کاوش و ارزیابی وضعیت فعلی آموزش مهندسی پلیمر در ایران سعی در بازاندیشی راهکارها و ارائه روش‌هایی جدید و اثربخش در ارتقای روند کنونی آموزش مهندسی پلیمر در ایران شده است.

**واژه‌های کلیدی:** مهندسی پلیمر، بسپار، یادگیری از حل مسئله، آموزش متناسب با نیاز صنعت، مشتری محوری

### مقدمه

تصمیم‌گیری‌هایی در این سطح منجر به ساختن افرادی می‌شود که بعداً بخش بزرگی از جامعه را می‌سازند و آینده را شکل می‌دهند. تصمیم‌گیری در این سطح مشخص می‌کند که باید مهندسان را برای کار در صنعت به درستی تربیت کرد [۵] و یا آنها باید پژوهشگرانی خوب باشند [۶]. متناسب با هدفی که تعیین می‌گردد، سیاست‌های خاصی نیز تبیین می‌شود که القاگر روند آموزشی در سطح دانشگاهی خواهد شد. در ادامه با تکیه بر دانشگاه‌های مورد مطالعه، به بررسی روندهای موجود در آموزش مهندسی و نیز راهکارهای به کار گرفته شده پرداخته خواهد شد.

### بررسی روندها

دانشگاه‌ها در نقاط مختلف دنیا به شیوه‌های مختلفی سیاست‌گذاری می‌شوند؛ از سیاست‌گذاری مرکزی که

آموزش مهندسی در دنیا با دیدگاه‌های مختلفی از گذشته تا کنون شکل داده شده و به تدریج دستخوش تغییراتی نیز شده است. همواره از دید سیاست‌گذاران علمی کشورهای مختلف روال شکل‌دهی محیط‌های علمی برای ایجاد برندهایی از محیط‌های دانشگاهی که بیش‌ترین بهره‌وری را برای کشور به ارمغان بیاورد اهمیت زیادی داشته است [۱-۴]. این که تعداد سال‌های دوره مهندسی باید چقدر باشد، دروس مهندسی بر چه مبناهایی باید انتخاب شوند، مهندس فارغ از تحصیل باید چه مهارت‌ها و یا توانایی‌هایی داشته باشد صورت مسائل بسیار مهمی است که در حوزه‌های مختلف مورد مطالعه و بررسی بوده و خواهد بود چه نتایج این تصمیم‌سازی‌ها و انتخاب‌ها منجر به تربیت متخصصانی در سطوح مختلف می‌شود که باید طراح قطعات، راهبر کارخانه‌ها و شرکت‌ها و یا استادان و مربیان دانشگاه‌ها باشند؛ به عبارت دیگر

۳- دارای تنوع دانش فنی: آگاه به مسائل روزمره‌ی جامعه که میان‌رشته‌ای است، داشتن درک از احتمالات و امکانات مختلف؛

۴- موثر در کار گروهی: ارتباط خوب با همالان و افراد سایر رشته‌ها، مسلط و تاثیرگذار در بیان شفاهی و کتبی، آماده برای جستجو، گرفتن نصیحت از افراد باتجربه، داشتن درک از مفاهیم مختلف کسب و کار شامل موارد مالی، بازاریابی و قانونی، ...؛

۵- چندکاره: نوآور در محصولات جدید و تصمیم‌ساز؛

۶- مشتری مدار: حرکت در جهت تامین خواسته‌های مشتری

مبتنی بر این تعاریف و با گسترش روند جهانی شدن در سال‌های اخیر شرکت‌های بین‌المللی تعاریف دیگری از مهندس ارائه داده‌اند که مبتنی بر فرایند جهانی شدن است و از آن تعبیر به مهندسی جهانی می‌کنند که به نظر تعریف دانشگاه پن‌استیت نیز با چنین دیدگاهی ارائه شده است [۱۰]. دیدگاه مهندسی جهانی در این اواخر در پژوهشی که توسط ۸ دانشگاه برتر مهندسی جهان به پشتیبانی شرکت کنتی‌نتال آلمان تهیه و اعتباربخشی شده است به خوبی تشریح شده است [۷]. در این دیدگاه فرض بر این است که مهندس از این پس علاوه بر نیازمندی‌های ملی لازم است نیازمندی‌های جهانی را نیز که شرکت‌های بین‌المللی و یا شرکت‌های صادر کننده محصول و یا فناوری با آن مواجه هستند پاسخگو باشد. بنابراین یکی از الزامات آن شناخت از وضعیت فرهنگ‌های مختلف و قابلیت کار در محیط‌های مختلف است که دانشگاه‌های تدوین‌گر این گزارش مانند جورجیانتک و دانشگاه توکیو ... در عمل در برنامه‌های درسی خود آن را گنجانده‌اند. مفهوم مهندسی جهانی شاید ذیل مفهوم رقابت‌پذیری دانشگاه‌ها در سطح جهانی است که طرح می‌شود. واقعیت این است که دانشگاه و سایر نهادهای عمومی نیز آرام آرام ذیل مفهوم جهانی شدن با ایدئولوژی بازارمحور یا مشتری محور هدایت می‌شوند و هر چه بیشتر از ایشان انتظار می‌رود که از منابع محدود در اختیار بازدهی بیش‌تری داشته باشند [۱۱] گرچه این روند می‌تواند به محدود شدن پژوهش‌های پایه در دنیا منجر شود ولی به رغم انتقادات به نظر مسیری محتوم است چه منابع مالی برای چنین پژوهش‌هایی دیگر به اندازه‌ی کافی تامین نمی‌شود. این امر نیازمند تجدید

توسط دولت و یا موسساتی چندمرجعی که به صورت یک مرکز سیاست‌گذار دانشگاه‌ها را در اروپا ارزیابی و راهبری می‌کنند تا دانشگاه‌هایی که به صورت آزادانه مانند دانشگاه‌های آمریکا برای خود برنامه‌ریزی می‌کنند [۷]. هنگامی که دانشگاه در آلمان پایه‌گذاری شد مبتنی بر این نگاه که فارغ از تحصیل باید پژوهشگری خوب باشد به تربیت دانشجو می‌پرداخت ولی امروزه این دیدگاه از جوانب مختلف با سؤال مواجه شده است. دانشگاه‌های مختلف در دنیا از جمله در ایران نیز کم و بیش بر این سیاق ایجاد شده‌اند و هنوز ادامه حیات می‌دهند [۸].

تاکید بر علوم اصلی طراحی مواد و محصول در مهندسی و به عبارت دیگر علم‌محوری در دانشگاه عموماً منجر به فراموش کردن جنبه‌های ساخت و فراوری محصول می‌شود و چنان تمرکزی بر پیچیدگی‌های طراحی و جزئیات محصول ایجاد می‌کند که کیفیت و هزینه که در صنعت اهمیتی به همان نسبت و گاه بیشتر دارند از یاد می‌روند. برخی از این تصمیم‌ها که در گذشته برای آموزش مهندسی گرفته شده است تاثیری بسیار مخرب بر رقابت‌پذیری صنایع به جا گذاشته است از این رو نیاز داریم که تعریفی منعطف‌تر از مهندس و مهندسی داشته باشیم [۷]. در سالیان اخیر برای تعیین وضعیت آموزش مهندسی تلاش‌های زیادی انجام شده است، در این راستا همه اذعان دارند که تا تعریف مناسبی از آموزش خوب نداشته باشیم نمی‌توان گفت چه نحو آموزش مهندسی مناسب است. دانشگاه فناوری ماسوچوست (MIT) [۹] تعریفی از آموزش کارشناسی مهندسی خوب به شرح ذیل ارائه کرده است:

«آموزش خوب در فارغ از تحصیلان، تمایلات، عادات و رویکردهایی را برای یادگیری نهادینه می‌کند که موجب پدیداری شایستگی فنی، مشارکت اجتماعی و رضایت شخصی در طول یک عمر می‌شود.»

دانشگاه پن‌استیت نیز به زبان دیگری همین مفهوم را در بیان مشخصات یک مهندس خوب طرح کرده است:

۱- آگاه به وضع جهان (تفاوت‌های فرهنگی، موارد زیست‌محیطی، اصول اخلاقی و فرصت‌های بازار)؛

۲- دارای پایه‌ی علمی قوی: آگاه از پیشرفت‌های اصلی در تاریخ علم که منجر به تحول در مهندسی شده است، آگاه به اصول اصلی علوم و مهندسی، آماده برای آموزش درازمدت؛

بشریت را تشکیل می‌دهد باید بازنگری مجددی در برنامه‌های درسی در این راستا شکل گیرد.

### رویکرد یادگیری از حل مسئله (PBL)

نگاه مبتنی بر حل مسائل جامعه در دهه‌های اخیر منجر به تغییر دیدگاه‌ها در مورد شیوه‌های آموزش نیز شده است، البته این فقط تغییر نوع نگاه به دانشگاه نبوده که منجر به تغییر دیدگاه در مورد آموزش شده است چه PBL با دیدگاه‌های فلسفی و شناخت‌شناسی کنونی در مورد یادگیری انسان نیز سازگاری دارد: یادگیری هنگامی انجام می‌گیرد که یادگیرنده، دانش یا درک خود را بر مبنای دانش و تجربیات پیشین خود بنا کند [۱۳ و ۱۴] در واقع شاید به شیوه‌های مختلف بتوان آموزش داد و شاید این کار بسیار خوب انجام می‌شود ولی الزاماً یادگیری رخ نمی‌دهد؛ یادگیری فرایندی است مبتنی بر تجربه‌ها و دانش پیشین به همراه انگیزه‌های مشوق درک آموزش. از آن رو که دانشجویان فقط برای دانشگاه تربیت نمی‌شوند و تربیت صنعتی آنها اهمیت بسیار بیشتری دارد [۱۵ و ۱۶]، آموزش مهندسی نباید (چندان که امروزه هست) بیش از حد بر پایه‌ی مسائلی با تنها یک پاسخ «صحیح» باشد، چه بسیاری از دانشجویانی که حاصل این نوع تربیت سنتی هستند پس از فارغ از تحصیلی و حضور در دنیای واقعی و مواجهه با مسائل مربوط به دنیای حقیقی سرخورده و ناموفق می‌شوند زیرا مسائل دنیای واقعی، اطلاعات لازم برای حل مسئله را با خود یدک نمی‌کشند و قضاوت در موردشان کار ساده‌ای نبوده و مستلزم جمع‌آوری اطلاعاتی است که به سادگی در دسترس نیست.

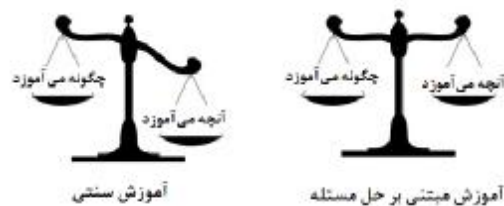
«یادگیری از حل مسئله» یا به عبارتی همان «یادگیری به دلیل نیاز به حل یک مسئله» از قرن‌ها پیش مطرح بوده است. حتی در عصر حجر نیز انسان برای حل مسائل پیش روی خود مجبور به آموختن مهارت‌هایی بود. در عبارات دقیق‌تر «یادگیری از حل مسئله» ایجاد یک محیط آموزشی است که در آن در واقع «مسئله» است که «آموزش» را پیش می‌راند. به عبارت دیگر دانشجو دانشی را که در یک مسئله نهفته است می‌آموزد، به این صورت که با طرح «مسئله» می‌فهمد چه دانش‌های جدیدی را باید برای حل آن بیاموزد. پروژه‌های پژوهشی می‌توانند موجد محیط‌هایی برای یادگیری از حل مسئله باشند و شاید بتوان گفت تمام پژوهش‌ها نوعی «یادگیری از حل

ساختار دانشگاه و نحوه تدریس و یا دروس ارائه شده برای پاسخگویی به نیازهای جامعه و در حوزه مهندسی برای پاسخگویی به نیازهای صنعت در عرصه رقابت جهانی است. ضمن این که مفهوم آموزش مستمر و تجدید دانش برای روزآمد شدن مهندسان در مواجهه در دنیای دائمی در حال تغییر نیز، وظیفه‌ای است که دانشگاه را هر چه بیشتر درگیر مسائل روزمره جامعه و صنعت کرده و خواهد کرد [۱۰ و ۱۱].

این صورت مسئله که مهندس متناسب با چه صنعتی تربیت می‌شود امری بسیار اساسی در تدوین دروس دانشگاهی است؛ شرکت‌های بزرگ نیازمندی‌هایی کاملاً متفاوت از کارگاه‌های کوچک صنعتی دارند و به مهندسانی با مهارت‌هایی که رافع نیازهای ایشان باشد نیاز دارند که بعضاً این مهارت‌ها نیز در تعارض با یکدیگر قرار می‌گیرند، کما این که شرکت‌های بین‌المللی نیز برای خود تعریفی از مهندس جهانی ارائه داده‌اند که دانشجو متناسب با نیازهای ایشان تربیت شود؛ شورای ملی تحصیل در آمریکا اخیراً اعلام کرده است که صنعت دیگر نمی‌تواند روی افرادی که فقط روی یک موضوع خاص تخصص کسب کرده‌اند حساب کند و نیازمند افرادی با مهارت‌های متفاوت و روابط عمومی خوب و ایده‌آفرین با توانایی کار گروهی است [۵]. از سوی دیگر با تغییر نیازمندی‌های جامعه علاوه بر تغییر نوع و محتوای دروس، باید رشته‌های جدیدی تاسیس و یا برخی رشته‌های قدیمی حذف شوند و یا تغییر شکل دهند تا دانشگاه هم-پای تغییرات جامعه پیش برود [۱]. برای مثال یکی از تغییراتی که جامعه‌ی امروز با آن مواجه است و دست بر قضا همین مهندسان تربیت یافته دانشگاه‌های فعلی در ایجاد آن سهمی قابل توجه داشته‌اند مشکلات زیست‌محیطی و مصرف انرژی زیاد در صنایع و مصنوعات ساخت مهندسان است، بنابراین لازم است اکنون مهندسانی تربیت شوند که دغدغه‌های زیست‌محیطی کافی و درکی درست از مفهوم توسعه‌ی پایدار در ذهن داشته باشند [۱۲]. زمانی نیز بود که مهندسان باید برای زندگی در دنیای آغشته به فناوری اطلاعات تربیت می‌شدند تا کارآمدی بیش‌تری در صنعت داشته باشند، بر این مبنای در آن زمان دانشگاه‌ها تغییر برنامه درسی و دروس رایانه و فناوری اطلاعات را وارد همه رشته‌ها کردند، اکنون که مسائل زیست‌محیطی دغدغه اصلی

درآید [۱۸]. توسعه و پیشرفت سازمان‌ها اکنون مستلزم مهندسانی است که دارای مهارت‌های فراگیر بوده و قابلیت چشم‌گیری در برقراری ارتباط، رهبری و کار مؤثر در گروه‌های چند رشته‌ای داشته باشند و در عین حال نیروهای غیرفنی را که عمیقاً بر تصمیم‌های مهندسی اثرگذارند بفهمند. چنین توانایی‌ها و مهارت‌هایی به ندرت از طریق سخنرانی‌ها و ساختارهای کلاس‌های درس سنتی قابل حصول است [۱۶]. برای هدایت دانشگاه در این مسیر باید همواره تعداد زیادی از پروژه‌ها در تمامی سطوح حرفه-ای در دسترس بوده و در همکاری میان دانشگاه (دانشجویان و پژوهشگران) و صنعت انجام گیرند [۱۶ و ۱۹]. همکاری میان دانشگاه و صنعت از آن جهت ضرورت دارد که به یافتن مسائل مرتبط با زندگی واقعی کمک می‌کند؛ هم‌چنین سبب افزایش تماس و درک متقابل میان مراکز توسعه‌ی صنعتی و استادان دانشگاه می‌شود که همراه با سود متقابل است. به نظر می‌رسد تمایل همه به سمت همکاری بیشتر بین دانشگاه و صنعت است، بدین معنا که نیروهای دانشگاهی برای نوآوری صنعتی آموزش ببینند. اما دانش، مهارت و نیازمندی‌های آموزش چنین افرادی تاکنون به دقت تبیین نشده است. در نتیجه، آموزش مهندسی یا علوم منجر به تربیت افرادی که نقشی مؤثر در عرصه‌ی صنعت بازی کنند نمی‌شود. فقط محیط در صنعت تغییر نکرده، بلکه نحوه‌ی نوآوری نیز در صنعت تغییر کرده است، گرچه دانشگران نقش بزرگی در نوآوری داشته‌اند ولی به تدریج اکنون مدیران نقش نوآور را در صنعت بازی می‌کنند و نه دانشگران. از سوئی به نظر می‌رسد محیط‌های عملی موجود توانایی پرورش چنین مدیران نوآوری را ندارند. چه آن چه که مشخصه‌ی اصلی مدیران نوآور محسوب می‌شود در محیط دانشگاهی به عدم پای‌بندی به اصول یا عدم تبحر تعبیر می‌گردد. در محیط‌های دانشگاهی، افرادی که عمل‌گرا بوده و با محیط سریع تطابق می‌یابند و قابلیت وفق یافتن دارند عملاً توانمند شمرده نمی‌شوند؛ در صورتی که می‌تواند این توانایی در دانشگاه پدید آید. نوآور کسی است که می‌تواند تا مرزهای یک پارادایم برود، آن سو را نگاه کند و در صورت لزوم از مرزها بگذرد. برخی عقیده دارند مدیران نوآور تنها از میان کارشناسان ارشد و دکترها برمی‌خیزند [۵].

مسئله» هستند گرچه به این نام خوانده نشوند. طرح مسئله پیش از آموزش سبب ایجاد انگیزه و تحرک در دانشجو می‌شود. به عبارتی، دانشجو دلیل یادگیری دانش جدید را می‌فهمد و دیگر سئوالی در مورد علت یادگیری یک موضوع خاص در ذهن او مطرح نخواهد شد چرا که به قابلیت انتخاب هدف آموزش، منابع و ارزیابی به او داده می‌شود (شکل ۱) [۱۷].



شکل ۱: آموزش مبتنی بر حل مسئله.

از سویی دیگر صنعت نیاز به تعداد فزاینده‌ای از فارغ‌التحصیلان دانشگاه‌ها دارد که علاوه بر دانش نظری باید مهارت به کارگیری دانش، همکاری، کار گروهی، مهارت‌های اجتماعی، برقراری ارتباط و گزارش‌نویسی را نیز داشته باشند. به طور کلی شرکت‌ها تمایل دارند مهندسانی را استخدام کنند که مهارت کار گروهی و نگرش فراگیر داشته باشند تا به واسطه آن سریعاً با فرهنگ شرکت تطبیق یابند و راه‌حل‌های مهندسی برای مشکلات و مسائل صنعتی پدید آورند، اطلاعات و داده‌های لازم را برای حل مسئله جمع‌آوری نمایند و ایده‌های خود را به مردمانی با سطوح مختلف درون سازمان بقبولانند. توانایی حل مشکل امری فراتر از جمع‌آوری دانش است و در واقع تکوین و گسترش راهبردهای انعطاف‌پذیر می‌باشد که به تحلیل موقعیت‌های پیش‌بینی نشده و ساختارنیافته کمک می‌کند و به این ترتیب راه‌حلی بامعنی ایجاد می‌نماید. مسائل دنیای واقعی به ندرت همسو با مسائل ساختار یافته دانشگاهی است. بنابراین توانایی حل مسائل سنتی دانشگاهی کار چندانی برای افزایش مهارت تفکر به جا و به موقع نمی‌کند. دانشگاه‌های فنی در حال حاضر بیشتر و بیشتر رو به انجام پژوهش کاربردی در کنار فعالیت‌های پایه‌ای پژوهشی می‌آورند و به کارگیری PBL سبب شده مهارت‌های تازه‌ای به قابلیت‌های فارغ‌التحصیلان جدید اضافه گردد. امروزه دیگر آن چه که فرد در محیط آموزشی می‌آموزد کافی نیست و باید توانایی خودآموزی نیز در فرد به عنوان ویژگی انکارناشدنی وی

در این بررسی به مطالعه وبگاه دانشگاه‌های موثر در آموزش بسپارها پرداخته و مکاتباتی نیز با روسای دپارتمان‌های مهندسی یا علوم بسپاری برخی دانشگاه‌های برگزیده انجام شده است. دانشگاه‌های برگزیده عموماً در سطح جهانی در حوزه مهندسی از شهرتی بسزا برخوردارند و در رتبه‌بندی دانشگاه‌های برتر جهان عموماً جزو صد دانشگاه برتر جهان بودند. البته تمام دانشگاه‌های مهندسی معتبر دنیا در حوزه مهندسی بسپار به صورت خاص فعالیت نداشته‌اند. یکی از دلایل انتخاب این دانشگاه‌ها این بوده که در حوزه کارشناسی یا کارشناسی ارشد حداقل یک رشته تحت نام مهندسی پلیمر داشته باشند. گرچه می‌توان دانشگاه‌های معتبر بسیاری را یافت که به لحاظ پژوهشی و یا در سطح دکتری از گرایش‌های مختلف به علوم بسپاری (پلیمری) پرداخته‌اند ولی به جهت مقایسه با وضعیت ایران لازم بود که گرایشی در سطح کارشناسی یا کارشناسی ارشد در حوزه مهندسی پلیمر وجود داشته باشد. دانشگاه‌های مورد مطالعه به شرح زیر بودند:

- ۱- دانشگاه فنی ETH [۲۱] شهر زوریخ (سوئیس)
- ۲- دانشگاه لاف بورو [۲۲] شهر لاف بورو (انگلستان)
- ۳- دانشگاه اینسا [۲۳] لیون (فرانسه)
- ۴- دانشگاه ماساچوست لُوول [۲۴] (آمریکا)
- ۵- دانشگاه فنی دانمارک [۲۵] کپنهاگ (دانمارک)
- ۶- دانشگاه جیائوتونگ [۲۶] شانگ‌های (چین)
- و ۷- انستیتو فناوری توکیو [۲۷] (ژاپن).

دانشگاه‌های کمی در دنیا به تاسیس مهندسی پلیمر در سطح کارشناسی به صورت خاص پرداخته‌اند که از میان دانشگاه‌های مورد بررسی در این گزارش می‌توان به دانشگاه لُوول ماساچوست اشاره کرد که به صورت خاص مدرکی به نام کارشناسی مهندسی پلاستیک دارد که متناسب با حوزه مورد بررسی این مقاله است. جالب این که در میان دانشگاه‌های مورد بررسی همان‌طور که در مقدمه ذکر آن رفت تنها دانشگاه‌های آمریکا هستند که امکان برنامه‌ریزی مستقل برای برنامه‌ی درسی و رشته‌های دانشگاهی خود متناسب با نیاز بازار را دارا هستند و سایر دانشگاه‌ها به خصوص در اروپا کم یا بیش از نظامی با نوعی کنترل مرکزی بهره می‌برند. البته در آمریکا نیز بررسی در مورد تغییرات مورد نیاز آموزش بسپارها متناسب با تغییرات شرایط مدت‌ها مورد ارزیابی بوده و در مورد نحوه تغییرات بحث می‌شده است [۲۸]. البته در

می‌توان گفت اکنون این نگرش در سطح تمام رشته‌ها ایجاد شده که باید مهندسانی برای حل مسائل صنعت تربیت شوند و راهکارهای مناسب آن نیز در دانشگاه پی‌ریزی گردد که یکی از مهم‌ترین آنها یادگیری از حل مسئله (PBL) است [۱۴، ۲۰، ۱۹]. از جمله مزیت‌های PBL می‌توان به ایجاد نگرش مثبت و خلاقیت، یادگیری هر موضوع در موقع مناسب آن، اتخاذ مهارت‌های یادگیری در تمام طول زندگی، ایجاد اعتماد به نفس و درک عمیق‌تر و قابلیت بیشتر در تبدیل دانش به مهارت به هنگام اقتضا اشاره نمود [۱۷]. البته این روش نکات منفی نیز دارد که از آن میان می‌توان زمان‌بر بودن، دشواری کار، هزینه‌بر بودن و دشواری ارزیابی را مثال زد. باید توجه داشت که پژوهش از طرف شرکت‌ها یا نهادها اغلب فقط هنگامی حمایت مالی می‌شود که هدف‌ها و نتایج مورد انتظار در شرح پروژه‌ی پژوهشی واقع بینانه و مطابق با مسائل دنیای واقعی باشد [۱۶]. هم‌چنین رویکرد «یادگیری از حل مسئله» باید با شرایط و وضعیت خاص هر مؤسسه و نیز ماهیت رشته‌ای که این رویکرد در آن اعمال می‌شود تطبیق داده شود و بنابراین در دنیا مدل‌های مختلفی از PBL وجود دارد [۱۳]. اما صورت مسئله فقط تدریس بر مبنای حل مسئله نیست، بلکه مهندس باید بتواند مسئله را درست نیز تبیین کند. مسئله وقتی در دانشگاه حل می‌شود از محیط واقعی خود منفک شده است دانشجو باید بتواند مسئله را در محیط تمیز بدهد، تعریف نموده و بعد حل کند. مسائل در محیط واقعی الزاماً جواب ندارند یا داده‌ها به اندازه کافی نیستند و در عمل خیلی از مسائل بیش از یک راه‌حل دارند که این موارد باید به مهندس آموزش داده شود. برخی اوقات خنده‌دارترین راه‌حل‌ها بهترین راه‌حل هستند [۷]. بهره‌گیری از رویکرد یادگیری از حل مسئله در دانشگاه‌ها می‌تواند قابلیت حل مسائل دنیای واقعی را در مهندس ایجاد نماید.

### وضعیت آموزش مهندسی پلیمر<sup>۱</sup> در دنیا

<sup>۱</sup> در این مقاله متناسب با مصوبه‌ی فرهنگستان زبان و ادب فارسی همه جا واژه‌ی بسپار به جای پلیمر استفاده شده است و فقط عنوان مهندسی پلیمر که عنوان رسمی این رشته در وزارت علوم می‌باشد به همان صورت آمده است.

اختصار به مقایسه‌ی وضعیت آموزش مهندسی پلیمر در دانشگاه‌های خارجی مورد بررسی پرداخته است.

در دانشگاه‌های ایران اولین بار دانشکده‌ی مهندسی پلیمر در دانشگاه امیرکبیر از دانشکده‌ی مهندسی شیمی منشعب شد و از آن پس با همان میراث که منبعث از درس‌های گروه مهندسی شیمی است به کار خود ادامه داده است. سایر دانشگاه‌هایی که در ایران به مهندسی پلیمر رو آورده‌اند (دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشگاه تبریز، دانشگاه تربیت مدرس، دانشگاه تهران و واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد) چه در مقطع کارشناسی چه در مقاطع بالاتر نیز یا در دل گروه مهندسی شیمی حیات دارند و یا از آن منشعب شده‌اند. برخی از اطلاعات مربوط به آموزش مهندسی پلیمر در دانشگاه‌های ایران در جدول (۲) خلاصه شده است. البته موردهائی از پرداختن به این بحث در دانشکده‌های مواد و یا مکانیک نیز به چشم می‌خورد ولی بسیار محدود و بیشتر وابسته به گرایش استادان است تا یک روال آموزشی همه‌گیر.

بسیاری از کشورها در دانشگاه‌های مختلف به نوعی رشته‌ی مهندسی بسیار در سطح کارشناسی وجود دارد [۴] و ایران نیز جزو کشورهائی است که در سطح کارشناسی از این رشته بهره می‌برد. ولی این امر در سطح دنیا در آن حد که مهندسی شیمی یا مهندسی مواد تدریس می‌شوند همه‌گیر نیست. به عنوان مثال در انگلستان پیش‌تر مهندسی پلیمر را در سطح کارشناسی نیز تدریس می کرده‌اند اما به دلیل قلت دانشجویان، ارائه این رشته در سطح کارشناسی دیگر ادامه نیافته است [۲۹]. در واقع آن چه که در دیگر دانشگاه‌ها به طور عمده در حوزه بسیارها صورت گرفته است پرداختن به بسیارها به صورت مستقل در سطح کارشناسی ارشد و دکتری بوده است و در سطح کارشناسی بسیارها در دانشگاه‌های ETH زوریخ و نیز اینسای لیون و نیز لاف‌بورو به صورت زیرمجموعه‌ای از رشته مهندسی مواد دیده شده است. اما در برخی دانشگاه‌ها مانند دانشگاه فنی کپنهاک، دانشگاه جیائوتونگ شانگهای یا دانشگاه لُوول ماساچوست به صورت شاخه‌ای از مهندسی شیمی به آن پرداخته شده است، مانند نگاه غالب در دانشگاه‌های ایران. جدول (۱) به

جدول ۱: وضعیت آموزش مهندسی پلیمر در دانشگاه‌های خارجی مورد بررسی.

نام دانشگاه	مقطع	رشته مبنا	موارد قابل تأمل
فنی زوریخ	کارشناسی و تکمیلی	مواد	کارورزی بر مبنای حل مسئله، اثرگذاری ۱۰۰٪. صنعت بر این کارورزی‌ها.
لاف بورو	تکمیلی	مواد	دعوت از سخنرانان صنعتی، آموزش ارتباط مهندسی، اهمیت به توسعه پایدار.
اینسای لیون	تکمیلی	مواد	کارورزی‌های صنعتی ۴ تا ۶ ماهه، آموزش در ۵ سال، آموزش علوم و ارتباطات انسانی.
ماساچوست لُوول	کارشناسی و تکمیلی	شیمی (و گروه جداگانه پلاستیک)	ارائه دوره دکترای مهندسی در پلاستیک (مهندس خوب برای صنعت)، فرصت گذراندن دوره های کوتاه برای کاربران صنعتی.
فنی دانمارک	تکمیلی	شیمی	ارتباط تنگاتنگ با صنعت، اهمیت به بررسی چرخه عمر محصول، تنوع در دروس انتخابی.
جیائوتونگ شانگهای	تکمیلی	شیمی	پرداختن به بسیارها به صورت تخصصی.
انستیتو فناوری توکیو	کارشناسی و تکمیلی	شیمی/مواد	پرداختن به صورت تخصصی به بسیارها و محیط

تکمیلی	فیزیک/...	زیست.
--------	-----------	-------

جدول ۲: وضعیت آموزش مهندسی پلیمر در دانشگاه‌های ایران.

نام دانشگاه	مقطع	رشته مبنا	موارد قابل تأمل
صنعتی امیرکبیر	کارشناسی و تکمیلی	مهندسی شیمی	ارائه گرایش بسپارش
پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران	تکمیلی	مهندسی شیمی	ارائه گرایش زیست پلیمر و صنایع پلیمر
تهران	تکمیلی	مهندسی شیمی	در مقطع کارشناسی نیز به صورت گرایش درس ارائه می‌شود
تربیت مدرس	تکمیلی	مهندسی شیمی	-
آزاد- علوم و تحقیقات	کارشناسی و تکمیلی	مهندسی شیمی	-
صنعتی شریف	تکمیلی	مهندسی شیمی	در دانشکده مهندسی مواد نیز به مهندسی پلیمر پرداخته می‌شود.
صنعتی مالک اشتر	تکمیلی	مهندسی مواد	پرداختن به چندسازه‌ها (کامپوزیت‌ها)
علم و صنعت	تکمیلی	مهندسی مکانیک	پرداختن به چندسازه‌ها (کامپوزیت‌ها)

از سوئی به نظر می‌رسد رویکرد دانشگاه‌هایی که گروه بسپارها در آنها از مهندسی شیمی منشعب شده است طبق نگاه غالب جهانی چندان متناسب با نیازهای بازار نیست. صنایع مخاطب علوم و فنون بسپاری شامل صنایع پتروشیمیایی، صنایع، پلاستیک، صنایع لاستیک، چندسازه‌ها (کامپوزیت‌ها)، چسب و پوشش‌نگ و الیاف می‌شوند. در این میان صنایع پتروشیمیایی و گاه الیاف با مهارت‌هایی که یک مهندس از مهندسی شیمی کسب می‌کند هماهنگ‌تر هستند تا لاستیک و پلاستیک و چندسازه‌ها که یک‌سره در گروه‌بندی مهندسی مواد می‌توانند یا می‌باید قرار گیرند. گرچه وسعت علوم بسپارها، برخی دانشگاه‌ها مانند اینسای لیون را وادار کرده است که رشته‌ی مهندسی مواد را در ۵ سال ارائه کند و در دو سال آخر در صورت تمایل از میان دیگر تخصص‌های موجود به صورت خاص به بسپارها بپردازند و یا ETH که به نوعی به گسترده‌ترین وجه مهندسی بسپارها را دنبال می‌کند در

آن چه که مشهود است از هر دو زاویه‌ی مهندسی شیمی و مهندسی مواد می‌توان به این حوزه نگاه کرد ولی به نظر می‌رسد تلفیق این دو حوزه با دشواری‌هایی رو به رو باشد. در این که بسپارها شاخه‌ای از مواد هستند در عمل هیچ شکی نیست و به تبع باید شاخه‌ای از مهندسی مواد نیز محسوب شوند. اما در مقایسه با سایر مواد مانند فلزات و سرامیک‌ها که هر یک شاخه‌های مستقلی از مواد هستند، می‌توان این تلقی را داشت که وابستگی خواص مواد بسپاری به فرایندهای بسپارش (که عموماً پیچیده‌تر از فرایندهای استخراج مواد اولیه‌ی سرامیک‌ها و فلزات هستند و تاثیر مهندسی انسانی در آنها بیشتر است)، فضائی ایجاد شده است که بتوان پیوسته مواد اولیه‌ی جدیدی را فراهم کرد که خواصی متفاوت داشته باشد، از این رو وابستگی این رشته به مهندسی شیمی و یا شیمی قابل تأمل است در صورتی که چنین وابستگی را نمی‌توان بین مهندسی معدن و مهندسی مواد فلزی تصور کرد.

که اعلام کرده‌اند صددرصد مسیره‌های پژوهشی از صنعت می‌آید [۳۰]، توجه به این نکته مهم است که گویا دانشگاه مزبور دومین دانشگاه برتر اروپا در حوزه مهندسی شناخته می‌شود. به نظر می‌رسد رویکرد دانشگاه‌های ایران حداقل در حوزه مهندسی پلیمر (گرچه در تمام رشته‌ها عمومیت دارد) مهندسانی کم‌تر نوآور و بیشتر متصلب ایجاد می‌کند، که بخش عمده‌ای از آن ناشی از شیوه تدریس قدیمی دانش‌آموزپرور (به جای دانشجویپرور) است. البته کمبود امکانات دانشگاه‌ها نیز تقویت‌کننده این رویکرد بوده است. از سوی دیگر رشد سریع دانشگاه‌ها در ایران در دو - سه دهه اخیر منجر به این شده که چندان ضوابط خشک یک دانشگاه پژوهشی و اصول مرتبط با کار دانشگاهی به ویژه در دانشگاه‌های جدیدالتاسیس رعایت نشود که گرچه عیوبی به همراه خود دارد ولی از سوئی قید و بند فکری کمتری برای فارغ از تحصیل ایجاد می‌کند که می‌تواند به تغییر راحت‌تر پارادایم دانشگاه پژوهشی به پارادایم دانشگاه مشتری‌محور (صنعت‌محور) منتهی شود. این وضعیت گرچه از سوی جامعه‌ی جافتاده‌ی دانشگاهی یک تهدید محسوب می‌شود ولی در صورت برنامه‌ریزی درست می‌تواند به عنوان یک فرصت نیز تلقی گردد. در این راستا لازم است به تالیف کتاب‌های علمی بیشتری پرداخته شود و همزمان با تقویت زبان انگلیسی دانشجویان امکان استفاده‌ی ایشان از منابع اصلی را فراهم کرد. این امر به ویژه در زمینه‌هایی پیشرو، هم‌چون بسپارها که پیشرفت علم در آن روز به روز است، اهمیت بیش‌تری دارد. پس از ایجاد این زیرساخت است که می‌توان تعریفی واقعی از دانشجو ایجاد کرد که بتواند به علمی فراتر از علم جزوه‌ای (اگر بتوان آن را علم نامید) نیز پردازد تا در مراحل بعد به یافتن راهکارهای علمی مبتنی بر حل مسئله پرداخت. متأسفانه بنیه‌ی صنعتی در ایران آن قدر قوی نیست که از مسیر ارتباط قوی دانشگاه و صنعت بتوان مسائل واقعی برای تمام دانشجویان و استادان فراهم کرد که چنین روش تدریسی همه‌گیر شود ولی به هر رو حرکت در این جهت هم ممکن است و هم لازم.

#### مهندسی جهانی

چهار گروه مختلف در دپارتمان‌های مواد: فیزیک بسپارها، شیمی بسپارها، فناوری بسپارها و مواد بسپاری به این رشته می‌پردازد و با گذراندن دوره‌ای حدوداً ۴/۵ ساله دانشجویان به یکباره مدرک کارشناسی ارشد را اخذ می‌کنند. دانشگاه لُول ماساچوست نیز رویکردی مهندسی موادی اختیار کرده است و در عمل در تمام مقاطع فقط به لاستیک‌ها و پلاستیک‌ها می‌پردازد و نام رشته را نیز مهندسی پلاستیک قرار داده است. در این میان به نظر می‌رسد که نوعی ناهمگونی میان دروس مهندسی پلیمر در گروه‌های ملهم از مهندسی شیمی وجود دارد که می‌تواند مهندسانی نه چندان ماهر برای رفع نیازهای صنایع ایجاد کند. عنایت به کتاب‌های درسی مهندسی پلیمر که در سال‌های اخیر با جا افتادن این رشته به عنوان یک رشته مستقل در دنیا تالیف شده‌اند می‌توان مشاهده کرد که گرایش مهندسی مواد چیره است و شاید لازم باشد گروه‌های ملهم از مهندسی شیمی به بازنگری دروس و یا تقسیم گرایش‌ها در این رشته متناسب با صنایع مخاطب خود بپردازند. خوش‌بختانه در ایران بسیار به موقع به تاسیس این رشته پرداخته شده ولی لازم است رشد آتی آن با عنایت به مباحث طرح شده همراه با نوعی مهندسی مجدد متناسب با مخاطب صنعتی رشته باشد.

#### بازاندیشی مهندسی پلیمر در ایران

متناسب با حوزه‌هایی که اکنون برای تغییر مهندسی در دنیا طرح است و نیز مقایسه‌ای با دانشگاه‌های برتر دنیا می‌توان در سرفصل‌های مشخصی وضعیت مهندسی پلیمر در ایران و دنیا را مقایسه نمود و بر این مبنا به نتیجه‌گیری برای حرکت به سمت آینده در جهت مهندسی مجدد آموزش مهندسی پلیمر در ایران در چشم‌انداز ۱۴۰۴ پرداخت.

#### تدریس مبتنی بر حل مسئله

عموم دانشگاه‌های مورد بررسی تقریباً به طور کامل صورت مسئله خود را حل مشکلات صنعت برشمرده‌اند و دوره‌های ۶ ماهه تا یکساله برای دانشجویان ترتیب داده‌اند [۲۵] که مبتنی بر آن دانشجو امکان درک دقیق‌تر محیط صنعتی را داشته باشد [۸] و تقریباً عمده‌ی پروژه‌های دانشگاهی را مبتنی بر اعلام نیازمندی از صنعت در وبگاه خود ابراز کرده‌اند برخی مانند ETH



رویکرد به خوبی استفاده می‌برد ولی به نظر می‌رسد باید در سطح دانشگاه‌های کشور در دپارتمان‌های مهندسی پلیمر انعطاف‌پذیری بیشتری در دروس ارائه شده و انتخاب آنها و نیز دانشجویان و گسترش زمان تحصیل متناسب با نیازمندی‌های عملی دانشجویان وجود داشته باشد. در دانشگاه آزاد و دانشگاه علمی-کاربردی این انعطاف بیشتر از دانشگاه‌های دولتی سنتی وجود دارد؛ متأسفانه مسائل مالی هر روز دانشگاه‌ها را به سمت تصلب بیشتر در دروس ارائه شده پیش می‌برد و به نظر می‌رسد لازم است در این حوزه راهکارهایی برای تقویت انعطاف‌پذیری دانشگاه‌ها اندیشیده شود و گر نه در آینده نمی‌توان نیازهای صنعت را به خوبی برآورده کرد.

### مزیت رقابتی تخصصی

با توجه به گسترش فناوری اطلاعات در دنیا نقش استادان عموماً از مدرس به تسهیل‌کننده‌ی یادگیری تغییر کرده است؛ از این رو یکی از مزایای رقابتی محیط دانشگاهی به علت آسانی دست‌یابی به اطلاعات در سال‌های اخیر از دست رفته است. بسیاری از دانشگاه‌های مورد بررسی سعی کرده‌اند برای بقا مزیت‌های رقابتی دیگری برای خود ایجاد کنند که عموماً به شکل پژوهش‌کننده‌های تخصصی و یا تدریس دورس خاص نمایان‌گر می‌شود (کما این که لوول ماساچوست علاوه بر این که روی لاستیک و پلاستیک تمرکز کرده است مراکز پژوهشی روی بسپارهای زیست‌تخریب‌پذیر و نانوفناوری دارد و دانشگاه لاف‌بورو نیز روی لاستیک و پلاستیک تمرکز کرده است). ولی دانشگاه‌های ایران به رغم تاسیس مراکز پژوهشی درون دانشگاهی حداقل تاکنون این امکان را که از آنها به نحو مطلوب بهره ببرند و به تولید فناوری بپردازند نداشته‌اند. البته از چند سال پیش در حوزه‌ی مهندسی پلیمر نیز مراکز رشدی برای ایجاد فناوری ایجاد شده‌اند و حرکت به سمت ایجاد شرکت‌های فناوریک و کوچک فراهم شده است که در صورت مهیا بودن سایر شرایط کسب و کار می‌تواند منجر به رشدی مطلوب در این حوزه گردد.

### مشتری محوری

واقعیت این است که شاید به دلیل تامین بودجه دانشگاه‌ها از دلارهای نفتی هیچ‌گاه در دانشگاه‌ها سیاست

برخی دانشگاه‌ها مانند ETH که کاملاً مبتنی بر مفهوم مهندسی جهانی سیاست‌گذاری می‌کنند، درصد قابل توجهی از دانشجویان و استادان خود را از میان افراد غیر بومی انتخاب می‌کنند ضمن این که مبتنی بر طرح اراسموس در اروپا دانشجویان حداقل در سطح اتحادیه‌ی اروپا تجربه‌ی یک محیط دانشگاهی دیگر را نیز دارند و از واحدهای درسی مرتبط با مهندسی جهانی نیز بهره می‌برند. این رویه البته همه‌گیر نیست و مثلاً در دانشگاه کپنهاک و یا لاف‌بورو چنین رویه‌ای به این شدت وجود ندارد. دانشگاه‌های ایران نیز در این حوزه فعالیت خاصی جز فرصت مطالعاتی در مقطع دکتری ندارند که البته متناسب نیازمندی‌های جامعه‌ی ایران نیز انتخابی مناسب است. از سوئی تا زمانی که اقتصاد کشور به اقتصاد جهانی گره نخورد، محملی برای تدریس واحدهایی در حوزه‌ی آشنائی با جهان وجود ندارد، در سند چشم‌انداز جمهوری اسلامی نیز به طور مشخص راهبردی مبتنی بر مشارکت جمهوری اسلامی ایران در اقتصاد جهانی به چشم نمی‌خورد که در این حوزه رهنما باشد و باید در این میان به مذاقه بیشتری پرداخت.

### محیط زیست

دانشگاه‌های ایران در سطح کارشناسی در مهندسی پلیمر رویکرد مناسبی (هر چند هنوز جای بهبود دارد) در این حوزه داشته‌اند و دروسی به صورت اجباری در مورد بسپارهای زیستی و نیز به صورت اختیاری در مورد محیط‌زیست تدوین کرده‌اند که ایران را نسبت به دانشگاه‌های دنیا در وضعیت مطلوبی قرار می‌دهد. با توجه به این که یکی از معضلات زیست-محیطی جامعه بشری ناشی از زباله‌های بسیاری است، این رویکرد مثال‌زدنی است چه این نکته در میان رویکردهای دانشگاه‌های مورد مطالعه به جز دانشگاه لاف‌بورو و انستیتو فناوری توکیو جلب توجه نمی‌کرد.

### انعطاف‌پذیری و دروس پودمانی

تقریباً در عمده‌ی دانشگاه‌های مورد مطالعه دوره‌های صنعتی و پودمانی وجود دارد [۲۴، ۲۲] که مفهوم آموزش مستمر برای صنعت‌گران و نیز مهندسان فارغ از تحصیل در آنها به چشم می‌خورد؛ در ایران اگرچه نه همه دانشگاه‌ها، اما پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران از این

رشته در ایران در دوره‌ی کارشناسی ارائه می‌گردد و به دلیل گستردگی مطالب در زمینه‌ی بسیاریا دوره‌ی ۵ ساله علاوه بر فراهم آوردن دانش عمومی در این زمینه، فرصت آن را نیز به دانشجو می‌دهد که به صورت تخصصی‌تری در یکی از زمینه‌های مربوط به بسیاریا کسب دانش و تجربه کند و متناسب با علم به دست آمده بتواند با تخصص بیشتری در رفع نیازهای صنعت مرتبط، مثمر واقع گردد.

### نتیجه‌گیری

به نظر می‌رسد لازم است به صورت خاص در زمینه‌ی بسیاریا به بازنگری دوره‌ی مهندسی کارشناسی متناسب با صنایع کشور پرداخت و مثلاً گرایش بسیاریا را که مبتنی بر پایه‌های شیمی بسیاریا و مهندسی شیمی است از گرایش مهندسی پلیمر تفکیک کرد چنان که دومی هم‌خوانی بیشتری با مهندسی مواد داشته باشد.

تقویت گرایش‌های زیست‌محیطی و زیست‌بیسپاری در مقطع کارشناسی و کارشناسی ارشد و پررنگ کردن آن تأثیری بسزا در تربیت مهندسانی متناسب با نیازهای آتی جوامع و نوآوری‌های ناشی از زیست‌فناوری در حوزه‌ی بسیاریا و کاربردهای مختلف بسیاریا در سطح صنایع و جامعه دارد.

در مقاطع تکمیلی لازم است مهارت‌های مدیریتی و شناخت فضای کسب و کار از اولویت‌های آموزشی مهندسی پلیمر در ایران باشد و قوانینی برای امتیاز ناشی از پروژه‌ها در سطح دانشگاهی به تصویب برسد که استادان دانشگاه‌ها تشویق به تعریف پروژه‌ی مشترک با خبرگان صنعتی شوند. بسیار مهم است که همراه با این فرایند امتیاز ناشی از چاپ مقاله در مراجع داخلی همسان با مراجع بین‌المللی انگاشته شود که تعامل با صنعت داخلی قابلیت عرضه آسان‌تری به صورت مقاله داشته باشد چه نیازهای صنعت داخلی در ایران الزاما در مرزهای دانش نیست که منجر به تولید مقالاتی در سطح بین‌المللی باشد. تغییر فضای آموزشی و تقویت شدید گرایش فضای یادگیری مبتنی بر حل مسئله مسئله‌ای اساسی در این حوزه است که دانشگاه‌های داخلی دچار ضعفی قابل توجه در این حوزه هستند. البته این مسئله منحصر به رشته‌ی مهندسی پلیمر نمی‌شود و می‌تواند به عنوان اولییتی در کل حوزه‌های مهندسی طرح شود.

تثبیت‌شده‌ای برای تقویت ارتباط با صنعت پدید نیامده است. گرچه روندهای مثبتی در سالیان اخیر در دانشگاه‌های ایران به چشم می‌خورد ولی این امر تا کنون منجر به تغییر دروس دانشگاهی مبتنی بر نیازهای صنعت و یا جامعه نشده است. اگر این اتفاق بیفتد باید تعریف مجددی از سوی مراجع دولتی تأثیرگذار صورت بگیرد که آیا ما مهندسی چند-مهارته نیاز داریم که مثلاً دوره‌ی آموزش وی ۵ سال باشد که بتواند در کارگاه‌های کوچک صنعتی فعال باشد و یا نیازمند متخصصانی عمیق در یک حوزه خاص در مقاطع دکتری و کارشناسی ارشد هستیم که آماده‌ی کار در صنایع بزرگ و نیازمند تخصص‌های خاص باشند. حداقل در صنایع بسیاریا عمده‌ی کارگاه‌ها کوچک محسوب می‌شوند و نیازمند مهندسی هستند که اندکی از همه امور عملی بدانند ولی در حال حاضر به دلیل گرایش به تولید مقاله در سطح بین‌المللی (که بسیاریا اوقات متعارض با رفع نیازهای صنعت داخلی است) در دانشگاه‌ها همان تعداد مهندس فارغ از تحصیل (که الزاما متناسب نیز تربیت نشده‌اند) به سمت مقاطع کارشناسی ارشد و دکتری سوق داده می‌شوند تا برای جامعه ناکارآمدتر و یا احیاناً ناراضی‌تر باشند. باید دقت کرد که تربیت مهندسانی با توقعات خاص کشورهای پیش‌رفته که اکنون در دانشگاه‌های ایران رایج است در نهایت به علت نبود کار متناسب با توقعات ایجاد شده منجر به ایجاد ناراضییتی و موج بزرگی از مهاجرت (یا تمایل به آن) نیز می‌شود و نباید مهاجرت فارغ‌التحصیلان را همه یکسر به عهده نهادهای خارج از دانشگاه دانست [۳۱].

در مقاطع بالاتر مانند دکتری و یا کارشناسی ارشد می‌توان مانند دانشگاه لوول به تربیت فارغ از تحصیلاتی دارای مهارت‌های مدیریتی و شناخت فضای کسب و کار اقدام کرد که مهارت‌های ایشان هم‌خوانی بیشتری با نیازهای صنعت داشته باشد. ایجاد روند هماهنگی با صنعت با ایجاد محمل‌های قانونی درون دانشگاه‌ها برای خبرگان صنعتی برای تعریف پروژه‌ها و مشارکت در راهبری دانشجویان می‌تواند از فاصله‌ی فعلی بین این دو حوزه بکاهد.

مسئله‌ی به کارگیری دوره‌ی آموزشی مثلاً ۵ ساله که مهندسان چند مهارته‌ای تحویل اجتماع دهد به ویژه در رشته‌ی مهندسی پلیمر اهمیت می‌یابد چندان که این

## مراجع

- 1 - Anjelino, H. (2003). "Engineering education and personal development in Germany, France and united kingdom examples for establishing continuing professional development of engineers in Japan." *NIJ journal*, No. 6.
- 2 - Yaghubi, M., Sohrabpour, S., Eslami, M., Ghafari, M. M. (2006). "Scientific and technological development in engineering science and its comparison with some other countries worldwide." *Iranian J. of Engineering Education*, No. 31. (in Persian)
- 3 - Steiner, C. J. (2000). "Teaching scientists to be incompetent: Educating for industry work." *BSTS*, No.20.
- 4 - Khodaparast Haghi, A. (2007). "Engineering education based on problem based learning, a review on Aalborg Denmark University." *Iranian J. of Engineering Education*, No. 34.
- 5 - Beiniawski, Z. T., Beiniawski, S. R. (1996). "Curriculum initiatives in United states, Germany and Japan for world class education in the 21st century." *BSTS*, No. 16.
- 6 - Lucena, J. C. (2003). "Flexible engineers: History, Challenges and Opportunities for engineering education." *BSTS*, No.23.
- 7 - Abbasian, A., Mohammad Hosseinpour, P. (2009). "In search of global engineering excellence." *Ghaaf Electronic J (www.ghaaf.ir)*, No. 19, 20. (translation in Persian)
- 8 - Tofighi Darian, J. (2007). "Symptom recognition of industry-university relationship." *Iranian J. of Engineering Education*, No. 34. (in Persian)
- 9 - <http://web.mit.edu/> (accessed in Jan. 2009, in persian)
- 10 - Mok, K. H. (2005) "The quest for world class university." *Quality Assurance in Education*, Vol. 13, No.4.
- 11 - Yusof, K. M., Tasir, Z., Harum, J., Helmi, S. A. (2005). "Global Promoting Problem-Based Learning (PBL) in Engineering Courses at the Universiti Teknologi Malaysia." *J. of Eng. Educ.*, Vol. 9, No. 2.
- 12 - Stein, R. S. (1997). "Polymer Education in united states." *Macromol. Symp.*, No. 118. (Translated in Persian by ali abbasian, Published in *Chemistry Journal*, Vol 12, 1378).
- 13 - Bugliallero, G. (1988). "The Science-Technology-Society matrix." *BSTS*, No. 8.
- 14 - Clarke, S. F., Morris, N., Rhodes, M. (2000) "Managing engineering for a sustainable future." *Engineering Management J.*, Vol. 10, No. 6, PP. 275-280.
- 15 - Fink, F. K. (2002) "Problem-Based Learning in engineering education: a catalyst for regional industrial development." *World Transactions on Engineering and Technology Education*, Vol.1, No.1.
- 16 - Woods, D. R. (2006). *Preparing for PBL*, 3<sup>rd</sup> Edition, McMaster University, Hamilton, ON, Canada.
- 17 - Rau, D. C., Chu, S. T., Lin, Y. P. (2004). "Strategies for Constructing Problem-Based Learning Curriculum in Engineering Education." *Inter. Conf. on Engineering Education*, October 16-21, 2004, Gainesville, Florida.
- 18 - Gomes, V. G., Barton, G. W. (2005). "Problem Based Learning in a New Chemical Engineering Curriculum." *ASEE/AaeE 4th Global Colloquium on Engineering Education*.
- 19 - Sobol, H. (1990). "Future directions in Engineering education: A view from industry and Academia." *IEEE communication Magazine*, No. 25.
- 20 - Felder, R. M., Stice, J. E. and Rugarcia, A. (2000). "The future of engineering education IV. Making reform happen." *Chem. Eng. Education*, Vol. 34, No. 3.

- 
- 21 - <http://www.mat.ethz.ch> (accessed in Jan. 2009)
- 22 - <http://www.lboro.ac.uk/departments/materials/> (accessed in Jan. 2009)
- 23 - <http://www.insa-lyon.fr> (accessed in Jan. 2009)
- 24 - [http://www.uml.edu/college/arts\\_sciences/Chemistry/](http://www.uml.edu/college/arts_sciences/Chemistry/) (accessed in Jan. 2009)
- 25 - [http://www.dtu.dk/Centre/DPC/Edu/Graduate\\_School.aspx](http://www.dtu.dk/Centre/DPC/Edu/Graduate_School.aspx) (accessed in Jan. 2009)
- 26 - <http://www2.sjtu.edu.cn/newweb/english/admission/schools/02.htm> (accessed in Jan. 2009)
- 27 - <http://www.cms.titech.ac.jp/index-e.html>, <http://www.op.titech.ac.jp/>,  
<http://www.op.titech.ac.jp/polymer/index-e.htm>, <http://www.op.titech.ac.jp/op/index-e.html> (accessed in Jan. 2009)
- 28 - Jung, J.C. (1997). "Polymer Education in Korea." *Macromol. Symp.*, No. 118. (Translated in Persian by ali abbasian, Published in *Chemistry Journal*, vol 11, 1377).
- 29 - Gilbert, M. (2009). "E-mail communications." *Faculty member in Material Department of Loughborough University, UK.*
- 30 - Gauckler, L. J. (2009). "E-mail communications." *Chairman of Material Department of ETH, Switzerland.*
- 31 - Mansouri, R. (2008). "Conventional meaning of science and the consequences." *Ghaaf Electronic J* ([www.ghaaf.ir](http://www.ghaaf.ir)), No. 13. (in Persian).
-