

نگرشی نو به آموزش مهندسی

محمدرضا جعفری نصر
شرکت ملی صنایع پتروشیمی
شرکت پژوهش و فناوری پتروشیمی
m.jafarinasr@npc-rt.ir

وحید حدادی اصل
شرکت ملی صنایع پتروشیمی
شرکت پژوهش و فناوری پتروشیمی
a.vahidi@npc-rt.ir

لیدا رسولی
شرکت ملی صنایع پتروشیمی
شرکت پژوهش و فناوری پتروشیمی
l.rasouli@npc-rt.ir

چکیده

یکی از بسترهای مهم توانمندسازی، آموزش مهندسی، پویا، اصولی و متناسب با نیازهای جامعه و سازمان است. کشورهای توسعه یافته و یا آن دسته از کشورهای در حال توسعه که مسیر انتقال فناوری را هموار ساخته و به درستی طی کرده‌اند در طی یک دوره به این مهم توجه خاص و مبتکرانه داشته‌اند. از آنجاییکه تشخیص سمت و سوی فناوری و آینده‌نگری فناوری در بلندمدت نقشی حیاتی برای کشور دارد، آموزش مهندسی نیز در راستای برآورد این نیازها باید باشد. بسیاری از آموزشهای مهندسی به صورت آزمون و خطا است در حالیکه آموزش مهندسی باید به مثابه اقدامی خلاقانه، ابتکاری و تلاشی پژوهشگرانه و با برنامه در نظر گرفته شود و با این دید این آموزش اقدامی موثر در راستای انتقال فناوری خواهد بود. اگر توانمندیهای یک فرد شامل استعداد ذاتی، آموزش آکادمیک در دانشگاه، حس نیاز و شور اشتیاق و استفاده از فرصتها را پتانسیل داخلی بنامیم، خود فرصتها و برنامه‌ریزی آموزشی سازمان را می‌توان پتانسیل خارجی نامید. اگر از هر دو این ظرفیتها به صورت پیوسته و به خوبی و به درستی بهره‌برداری شود می‌توان مطمئن بود که ارزش مورد نظر حاصل می‌گردد.

دو اصل مهم در آموزش مهندسی وجود دارد:

- 1- "افزونی شایستگی" در وظایف مختلف
 - 2- خلاقیت و "وظایف باز" به نحوی که یک فرد بتواند در اجرای فعالیتهایش ابتکار و انعطاف داشته باشد.
- چنین مکانیسمی فوایل و کمبودها را در فراهم آوردن تخصص از طریق این افراد پوشش می‌دهد در حالیکه در همان زمان به اجرای برنامه‌ها شتاب داده می‌شود. بنابراین کاهش "تنگناها" و انعطاف‌پذیریها منجر به نتایج بالا می‌شود که تنها در سایه تخصص‌های بالا قابل دستیابی هستند. به نوبه خود این موضوع اثر مثبتی بر توانایی آفرینش یکپارچگی و سرعت بخشیدن به انجام کارها دارد. به همین جهت لازم است که آموزش مهندسی چهار محور:

- برنامه‌ریزی مبتنی بر روند فناوری
- توسعه در راستای حضور در رقابت‌های جهانی
- چالشها با تأکید بر تغییرات جهانی
- چشم‌انداز آتی در جهت آینده‌نگری نیازها

را با تکیه بر دو بعد عملی و نظری مدنظر داشته باشد. دانشگاه‌ها امروزه بیشتر بر بعد نظری تکیه دارند درحالیکه نیاز جامعه و صنعت به آموزش‌های عملی و کاربردی است.

واژه های کلیدی: آموزش، انتقال فناوری، برنامه‌ریزی، نوآوری، خلاقیت، دانشگاه

1- مقدمه

کشورهای توسعه یافته و یا آن دسته از کشورهای درحال توسعه که مسیر انتقال فناوری را هموار ساخته و به درستی طی کرده‌اند در طی یک دوره به این مهم توجه خاص مبذول داشته‌اند. بر اساس آمارهای رسمی در سالهای 1980 الی 2000 میلادی، رشد درآمد ملی ایران حدود 7 درصد بود، درحالی که این رشد در کره جنوبی حدود 225 درصد، مالزی 115 درصد، تایلند 142 درصد، هنگ کنگ 105 درصد و اندونزی 75 درصد بوده است. در مورد توسعه کشور مالزی تا سال 2020 میلادی بر استراتژی توسعه متوازن در تمامی بخشها با استفاده از منابع طبیعی و انسانی و طراحی و داشتن امکانات قوی در علم و فناوری دلیل تبدیل کشور مالزی به یک کشور کاملاً پیشرفته است. با وجود درآمد نفت، از نظر نرخ رشد درآمد ملی، ایران در بین 116 کشور جهان، رتبه 58 و در ردیف کشورهای نامبیا، السالوادور و گواتمالا قرار دارد. بنابراین جهت خروج از این وضعیت و جهش به سوی توسعه ملی گریزی نیست تا به مقوله فناوری توجه خاص نمود. البته برای تحقق مطلوب انتقال فناوری باید آمادگیهای لازم و بسترهای مناسب برای کسب فناوری ایجاد گردد. یکی از این بسترهای مهم آموزش مهندسی، پویا، اصولی و متناسب با نیازهای جامعه است. در این مقاله ضمن مروری کوتاه بر کلیات موضوع به بررسی تجارب بین‌المللی مرتبط پرداخته و در انتها با تجزیه و تحلیل نتایج به جمع‌بندی و ارائه راهکار می‌پردازد. [1 و 4 و 5]

2- تعریف

تعاریف مختلفی از مهندسی شده است از جمله:

توانایی انسان (مهندس) در انتخاب، طراحی، برنامه‌ریزی، راهبری، آینده‌سازی و نوآوری است که در ساخت، تولید، دوباره‌سازی و نگهداری دستگاهها، ابزارگان، بناها و کلیه نیازهای ابزاری جوامع انسانی با استفاده از دگرگون سازی طبیعت و بهره‌گیری از مواد انرژی با پشتوانه دانایی از علوم تجربی و انسانی و با توجه به محیط زیست و در راستای منافع جامعه جهانی انجام می‌گیرد. مهندسی مجموعه‌ای از دانایی و توانایی است که از طریق آموزش و یا پرورش، پژوهش و تجربه با تکیه بر هوشمندی و استعداد، نوآوری و ایجاد، حاصل می‌شود.

مهندس اندازه‌گیر، شماره‌گره‌ننده‌دان، طراح، دانای عملی، خلاق، نوآور، اندیشمند، مدیر، مدبر و هوشمند است.

تاریخچه مهندسی را به چهار بخش می‌توان تقسیم کرد:

1- دوران کهن قبل از تحولات علمی

2- اولین انقلاب صنعتی

3- دومین انقلاب صنعتی

4- انقلاب اطلاعات

با مرور تاریخچه کلی مهندسی، ملاحظه می‌گردد که رشد و توسعه مهندسی در طول تاریخ به صورت نمایی روند افزایش چشمگیری داشته است. بنابراین با بهره‌گیری از دوره‌های آموزشی و کسب دانش و تجربه روز و استفاده از تجارب پیشکسوتان باید مستمراً در ارتقا توانمندی مهندسی کوشا بود. [2 و 9] ویژگی دوره کنونی تاریخچه مهندسی، انقلاب اطلاعات و سرعت فزاینده فناوری و چرخه کوتاه عمر فناوری‌ها است.

3- آموزش مهندسی

فناوری در دامان دانش پرورش می‌یابد و یک مهندس زنده باید علاوه بر اطلاعات آکادمیک دانشگاهی از مهندسی سیستم نیز اطلاع داشته باشد، مهارت مدیریت پروژه را داشته باشد و با بازارهای جهانی آشنا باشد. آشنایی با مسایل اقتصادی اجتماعی برای ارتقا یک

مهندس بسیار لازم است. یک مهندس ضروری است تا با احاطه به زمینه تخصصش به خوبی بر روند حداقل ده سال آتی اختراعات محتمل و اینکه چه نوآوری‌هایی از رده خارج خواهد شد، آگاه باشد. علاوه بر همه این مهارت‌ها توانایی فردی شامل رهبری، هنر مسئولیت‌پذیری و محول کردن مسئولیت، پتانسیل یادگیری مداوم و علاقمندی به آموزش مهارت‌های جدید، توانایی در ایجاد ارتباط و رهبری، آشنایی با زبانهای دیگر و ... را داشته باشد.

اما واقعیت این است که جامعه مهندسی ما به طور عام از این معیارها فاصله دارد. اگرچه اقدامات موثری در دهه اخیر و به خصوص در سالهای اخیر در این ارتباط برقرار شده است که برگزاری کنفرانس آموزش مهندسی در 1404 از جمله این اقدامات است اما هنوز از اقدامات لازم و کافی فاصله زیادی داریم. آموزش مهندسی در کشور ما بیشتر بر آزمون و خطا متکی بوده تا بر محتوای آموزشی سیستماتیک، پیوسته و هدفمند.

از آنجا که پیشرفت فناوری و توسعه علوم به یکدیگر مرتبط هستند، شناخت قوانین آن‌ها در زمینه اتخاذ اهداف و ابزارهای سیاسی مختلف جهت توسعه فناوری از سوی دولت اجتناب ناپذیر است. علم پدیدآورنده دانش است در حالی که فناوری تولید ثروت‌های مادی را آسان می‌سازد. آموزش مهندسی هم با علم و هم با فناوری ارتباط پیوسته‌ای دارد. آموزش مهندسی باید بتواند به جمع دانش مستحکمی منجر شد و این پیشرفت به نوبه خود به فناوری منتهی گردید. امروزه باید پذیرفت که آموزش مهندسی با علم و فناوری به نحو غیرقابل تفکیکی درآمخته‌اند و نقش هدایت‌کننده‌ای را در توسعه فرآیندهای جدید اقتصادی عهده‌دار گردیده‌اند. این امتزاج علوم و فناوری موجب پیشرفت‌های حیرت‌آوری در هر دو زمینه گردیده است.

آموزش مهندسی باید چهار محور:

- برنامه‌ریزی مبتنی بر روند رشد فناوری
- توسعه در راستای حضور در رقابت‌های جهانی
- چالشها با تأکید بر تغییرات جهانی در زمینه‌های مختلف
- چشم‌انداز آتی در جهت آینده‌نگری نیازها

را با تکیه بر دو بعد عملی و نظری مدنظر داشته باشد. دانشگاه‌ها امروزه بیشتر بر بعد نظری تکیه دارند درحالیکه نیاز جامعه و صنعت به آموزش‌های عملی و کاربردی است. در همین راستا و با لحاظ نمودن این ضرورتها و سایر مواردی از این دست است که ارتباط صنعت و دانشگاه نیز معنا می‌یابد. به عبارت دیگر آموزش آکادمیک صرف پاسخگوی نیازهای جامعه و به خصوص نیازهای فناورانه نمی‌باشد و برنامه‌های آموزش باید هر دو بعد را مورد توجه قرار دهد. بنابراین شناخت چالشهای فرارو در زمینه‌های اقتصادی، اجتماعی، فناوری و صنعت باید بدقت شناسایی و مورد ارزیابی قرار گیرد.

4- تجارب جهانی

باید در برنامه‌ریزی و نحوه عمل ژاپنی‌ها، آلمانی‌ها، هلندی‌ها، آمریکایی‌ها و سایر کشورها دقیق شویم، با آنها ارتباط برقرار کرده و تجربیاتشان را انتقال دهیم. ما باید با آنها ارتباط مستمر و سالمی برقرار کنیم و دوره‌های آموزشی مشترک بگذاریم تا بتوانیم با کسب تجارب ارزشمند آنها، حرکت خود را به سمت توسعه فناوری، سرعت بخشیم. همچنین بتوانیم با درک شرایط جهانی تحقیقات و فناوری در سمت و سو دادن به فعالیت‌ها تلاش نماییم و با درک کمبودها و توانمندی‌های شرکت به منظور تقویت نقاط قوت و مرتفع ساختن نقاط ضعف اقدام نماییم. برقراری ارتباطات مثبت و سازنده با شرکت‌ها، مراکز تحقیقاتی و دانشگاه‌های صاحب نام بین‌المللی و بهره جویی از تسهیلات این مؤسسات موجب تسهیم و مشارکت ایده‌ها و نظرات گشته و بهره‌مندی بهینه از پتانسیل‌ها و ظرفیت‌ها را به همراه دارد.

بر اساس آماري که وزارت کار امریکا ارایه نموده است ثابت گردیده که در فاصله سالهای 1950 تا 1985 میلادی همبستگی نزدیکی بین افزایش متوسط سالانه دانش‌آموختگان رشته‌های مهندسی و رشد بهره‌وری تولیدی کشورهای ژاپن و امریکا برقرار بود.

قابل ذکر است اخیراً دانشگاه پوردو امریکا دانشکده‌ای با عنوان آموزش مهندسی برپا نموده است تا اهمیت این نکته را بیان دارد که آموزش مهندسی یک فعالیت مهم و پژوهشگرانه است و نتایج علمی و فارغ‌التحصیلان دانشکده آموزش مهندسی دارای تأثیر بارزی بر برنامه ملی علوم و فناوری دارند. چون این افراد هستند که رهبری آموزش مهندسی را در آینده برعهده خواهند داشت.



در کشور ژاپن نیز به عنوان کشوری با پیشرفت چشمگیر در فاصله سی ساله 1955 الی 1985 میلادی شمار کسانی که مدرک کارشناسی مهندسی دریافت کرده‌اند از 9600 نفر به 736000 نفر در سال افزایش یافته است. تا سال 1982 میلادی سرانه مهندسان فارغ‌التحصیل در ژاپن 2/3 برابر آمریکا بود. یکی از ویژگیهای بسیار مهم آموزش ژاپن این است که 21/6% از دانشجویان این کشور در رشته مهندسی تحصیل می‌کنند که این درصد در دنیا همانند ندارد. این آمار در آمریکا 5/9% در انگلستان 16/7% و اروپای غربی 15% است. وجود مراکز پژوهشی در کنار این دانشکده‌ها از ویژگیهای دیگر آموزش در ژاپن است که تأییدی بر ماهیت پژوهشی آموزش مهندسی است.

تولید نفت در نیجریه در سال 1958 میلادی شروع شده است. در 30 سال گذشته نیجریه با ظرفیتی حدود 2 الی 3 میلیون بشکه در روز، یکی از کشورهای اصلی تولید کننده نفت بوده است. علی‌رغم اینکه تولید این کشور در سال‌های گذشته قابل توجه بوده است، نیجریه قادر به استفاده از این منبع با ارزش در دستیابی به رشد اقتصادی یا رشد GDP سرانه نبوده است.

هنگام کشف نفت در نیجریه، این کشور منابع انسانی محدودی برای مدیریت و اداره عملیات این بخش اقتصادی حجیم و نوپا در اختیار داشت. استخراج و تولید نفت در نیجریه به فناوری خارجی وابسته است که توسط شرکت‌های چند ملیتی نفتی به کشور راه یافته است. پس از استقلال این کشور در سال 1960 میلادی، دولت نیجریه برنامه توسعه اکتشاف، پالایش و انتقال نفت را آغاز کرد که بخشی از آن عبارت بود انجام اقداماتی جهت توسعه روزافزون آموزش برای بوجود آوردن توان جذب فناوری‌های که توسط شرکت‌های چندملیتی ارائه شده بود. این امر از طریق انعقاد قراردادهای اکتشاف و استخراج نفت با این شرکت‌ها تحقق می‌یافت.

از زمان شروع فعالیت‌های نفتی این کشور، شرکت‌های معظم نفتی از تأسیس دیپارتمان ویژه و ایجاد دوره‌های تحصیلی در دانشگاه‌های نیجریه برای آموزش اصول فناوریانه علمی و فنی صنعت نفت به دانشجویان حمایت و پشتیبانی نمودند. جدول 1، رشته‌های راه‌اندازی شده را در دهه‌های 70 و 80 میلادی در دانشگاه‌های نیجریه (دولتی و غیردولتی) نشان می‌دهد. بنابراین مشاهده می‌شود که آموزش علوم و مهندسی در این کشور ارتباط تنگاتنگی با فناوری، صنعت و نیازهای کشور دارد. در راستای تلاش برای یادگیری فناوری، بورس‌های تحصیلی بسیاری برای آموزش و تحصیل در زمینه مهندسی صنعت نفت در خارج از کشور به دانشجویان اعطا شد. اکثر این بورس‌ها زیر نظر "صندوق توسعه فناوری نفت"¹ یا PTFD اعطا شده است. این صندوق در سال 1973 میلادی و با هدف تشویق یادگیری فناوری و توسعه ظرفیت جذب بومی فناوری بوجود آمده است. در ابتدا بورس‌های تحصیلی داده شده محدود به رشته‌های مهندسی اصلی (شیمی، مکانیک، الکترونیک، مهندسی مخزن و مانند آن) بود. بعدها رشته‌هایی چون پتروشیمی، علوم خوردگی و موارد دیگر اضافه شد. در 10 سال اول فعالیت این صندوق، بیش از 535 نفر مشمول بورس تحصیلی گردیدند. این سیاست هنوز هم به صورت جدی دنبال می‌شود. به عنوان مثال، صندوق توسعه فناوری نفت در سال 2004 میلادی، 500 نفر را برای تحصیل در رشته‌های مرتبط با نفت به خارج از کشور فرستاد.

شرکت‌های نفتی نیز به صورت جداگانه به اعطای بورس تحصیلی می‌پردازند. به عنوان مثال در بین سال‌های 1984 و 1988 میلادی، بیش از 911 بورس تحصیلی، عمدتاً در رشته‌های مهندسی، به نیجریه‌ای‌ها اعطا شده است. مراکز آموزشی شرکت‌های نفتی نیز اقدام به ارائه آموزش‌های فنی و غیرفنی در زمینه مهندسی نفت به خصوص در زمینه حفاری، استخراج، انتقال، نگهداری و تعمیرات نمودند. تصمیمات و سیاست‌گذاری‌های دولت، بویژه آن‌ها که در قبال نفت اتخاذ شده بود، استراتژی توسعه منابع انسانی صنعت نفت را تحت تأثیر قرار داد. در دهه 1980 میلادی، بیش از 8 دانشگاه اقدام به ایجاد دوره‌های تحصیلی دانشگاهی در رشته‌هایی چون زمین‌شناسی و علوم وابسته به آن در ارتباط با نفت کرده بودند.

میزان فارغ‌التحصیلان رشته‌های مهندسی مرتبط با صنعت نفت، با گذشت زمان افزایش یافته است. به عنوان مثال، درصد دانشجویان رشته‌های مهندسی مرتبط با صنعت نفت به کل دانشجویان این کشور از سال 1981 تا 1992 میلادی، از 4/2% به 5/7% افزایش یافته است.

¹ Petroleum Technology Development Fund (PTDF)

جدول 1- رشته های تحصیلی شکل گرفته در دانشگاه های نیجریه در اثر حمایت شرکت های معظم نفتی

نام شرکت	دانشگاه	زمینه حرفه ای
شل	دانشگاه نیجریه (University of Nigeria)	زمین شناسی
شل	دانشگاه ایبادان (University of Ibadan)	مهندسی نفت
شل	دانشگاه اوبافمی اوبولوو (Obafemi Wallow) (University)	ژئوفیزیک
شل	دانشگاه ایالتی علمی فناوری ریور (Rivers State University of) (Science and Technology)	مطالعات زیست محیطی
شل	دانشگاه احمدابلا (Ahmada Bello University)	مهندسی مکانیک
موبایل	دانشگاه کلابار (University of Clabber)	زمین شناسی نفت

در ایران نیز حدود 200 درس مهندسی برای دهها رشته مهندسی وجود دارد. از نظر کیفی لازم است این درسها مورد ارزیابی و بازنگری پیوسته قرار گیرند. از سال 1378 فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران با توجه ضرورت در تغییر و تحول در آموزش مهندسی فصلنامه آموزش مهندسی ایران را منتشر نمود که تاکنون حدود 40 شماره آن منتشر شده است. در آبان ماه سال 1386 بنا بر دعوت گروه علوم مهندسی فرهنگستان علوم جلسه تأسیس انجمن آموزشی مهندسی ایران برگزار شد. البته شورای انجمنهای مهندسی در گروه علوم مهندسی از حدود 7 سال پیش تشکیل شده است و تسهیلات فرهنگستان در اختیار این انجمنها گذاشته شده است. شاید عجیب باشد که نشریه آموزش مهندسی نزدیک 10 سال است منتشر می شود و بعد از سالها فکر تأسیس انجمن آموزشی مهندسی ایران عملی می گردد. چنین رخدادهایی نمایانگر این است که کار سیستماتیک و جدی علمی در این ارتباط انجام نشده است. تغییرات اساسی در علم و فناوری نیازمند آموزش مهندسی اصولی است.

بررسی های انجام شده نشان می دهد که حداقل در بعضی از حوزه ها توانمندی انجام فعالیتهای مهندسی در کشور وجود دارد. لازم است این توانمندی مستند و به نسل های آتی آموزش داده شود. آموزش تجارب صنعتی در هیچ کتاب آکادمیک یا دانشگاهی یافت نمی شود و با نگرشی نو در آموزش مهندسی می توان این بعد را پررنگ نمود و به آن توجه خاص مبذول داشت. به عنوان نمونه جدول 2 توانمندی مهندسی کشور را در خصوص بخش های مختلف پروژه های EPC پتروشیمی بیان می کند. [3 و 6] این توانمندی مبنای خوبی برای آموزش مهندسی خواهد بود.

شایان ذکر است که در این راستا لازم است همه دست اندرکاران شامل دفتر فناوری نهاد ریاست جمهوری، وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، فرهنگستان علوم، انجمنهای مهندسی، دانشگاه ها و ... دست به دست هم داده و به طور هماهنگ تلاش نمایند تا با برنامه ریزی آموزش اصولی مهندسی توانایی بالقوه را بالفعل نمود. همچنین باید ضمن برقراری ارتباط با انجمنهای آموزش مهندسی دنیا آگاه شد که این انجمنها چه مسیری را طی کرده اند و به چه دستاوردهایی نایل آمده اند. به عنوان یک مثال در شکل 1 میزان توانمندی بالفعل و

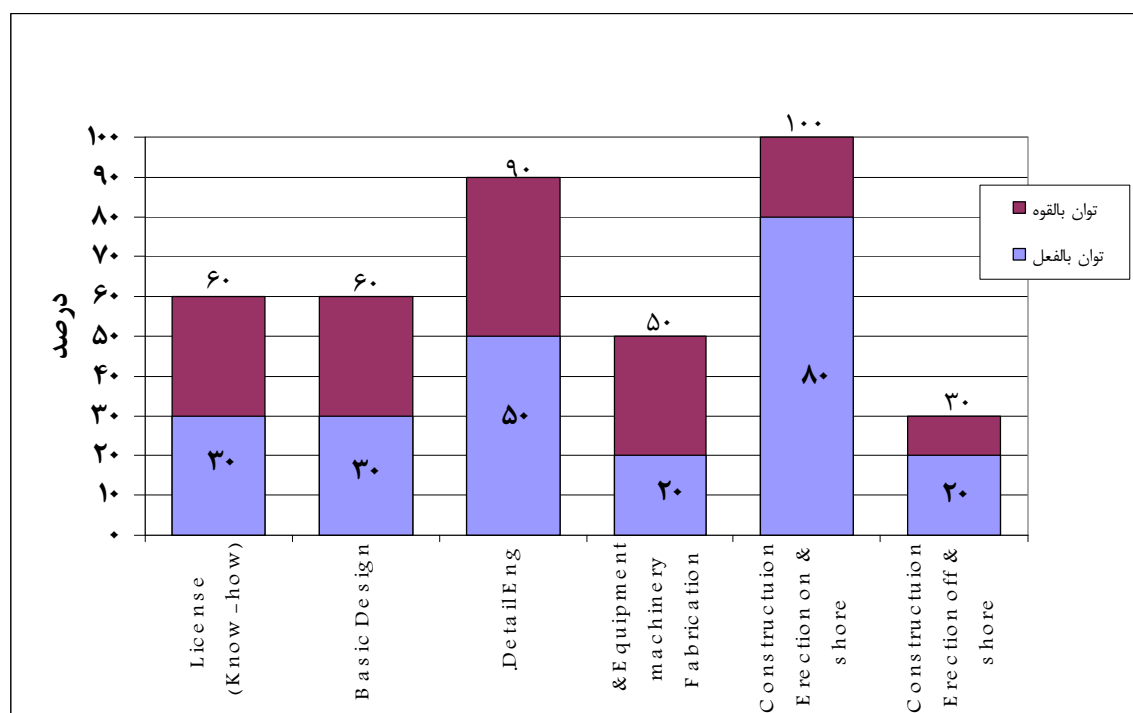
بالقوه در صنعت پتروشیمی ارایه شده است. [7 و 8] با این ارزیابی و با یک برنامه‌ریزی آموزشی می‌توان بسیاری از این ظرفیت‌های بالقوه را بالفعل نمود.

جدول 2- بررسی توانمندی مهندسی کشور در حوزه‌های مختلف طرح‌های پتروشیمی

انجام خدمات به صورت یکپارچه			توان انجام خدمات (پروژه‌های صنعتی) در ایران									
EPC	EPCM	EP	مدیریت ساختمان و نصب	تدارکات کالا		مهندسی تفصیلی	FEE D	Basic Desi gn Pack age	تهیه لیساز س	مدیریت پروژه	پروژه‌های پتروشیمی	شماره
				داخلي	خارجي							
J	J	J	ü	ü	ü	ü	J	J	J	J	الفین	1
J	J	J	ü	ü	ü	ü	J	F	F	J	باز یافت + C ₂	2
J	J	J	ü	ü	ü	ü	J	F	J	J	پلی اتیلن سنگین /LDPE HDPE	3
J	J	J	ü	ü	ü	ü	J	F	F	J	پلی اتیلین سبک LDPE	4
J	J	J	ü	ü	ü	ü	J	F	F	J	ابی اس ABS	5
J	J	J	ü	ü	ü	ü	ü	J	F	ü	بوتادین BD	6
J	J	J	ü	ü	ü	ü	ü	J	F	J	پی‌تی‌ا- پی‌ئی‌تی-PTA PET	7
J	J	J	ü	ü	ü	ü	J	F	F	J	آروماتیک	8
ü	ü	ü	ü	ü	ü	ü	ü	J	F	ü	دانه‌بندی اوره	9
ü	ü	ü	ü	ü	ü	ü	ü	J	F	ü	اکسید دوکربن	10
J	J	J	ü	ü	ü	ü	ü	J	J	ü	متانول	11
J	J	J	ü	ü	ü	ü	J	J	F	J	ال‌ابی LAB	12
ü	ü	ü	ü	ü	ü	ü	ü	F	F	ü	الیاف اکریلیک	13
J	J	J	ü	ü	ü	ü	ü	F	F	J	پارازیلین	14
J	J	J	ü	ü	ü	ü	ü	J	F	J	پلیمرهای مهندسی	15
J	J	J	ü	ü	ü	ü	ü	J	J	ü	پلی پروپیلن PP	16
J	J	J	ü	ü	ü	ü	ü	J	F	ü	تجزیه هوا Air Separation	17
J	J	J	ü	ü	ü	ü	J	F	F	J	MTBE	18
J	J	J	ü	ü	ü	ü	ü	J	F	ü	Crystal Melamine	19
J	J	J	ü	ü	ü	ü	J	J	F	J	اوره و آمونیاک	20

J	J	J	ü	ü	ü	ü	J	J	J	J	استایرین / پلی استایرین	21
J	J	J	ü	ü	ü	ü	J	J	F	J	اتیل بنزن Ethyl Benzene	22
ü	ü	ü	ü	ü	ü	ü	J	J	F	ü	اسید بنزیک	23

شکل 1- نمودار ستونی میزان توانمندی‌های مهندسی (بالفعل و بالقوه) در صنعت پتروشیمی



5- خلاقیت و نوآوری در آموزش مهندسی

همه اجزاء تشکیل دهنده فناوری با گذشت زمان در اثر نوآوری، تغییرات خواسته‌های مورد انتظار از فناوری و بالاخره لزوم هماهنگی و سازگاری با سایر اجزا بوجود می‌آیند، توسعه می‌یابند و بالاخره روزی کارآیی خود را از دست می‌دهند. یک مهندس باید با آموزش‌های لازم خود را با این تغییرات سازگار نماید. شرکت‌های صنعتی کشورهای تازه صنعتی شده، کارکنان خود را به گونه‌ای منظم برای آموزش علمی به شرکت‌های پیشرفته اعزام می‌کنند. به این ترتیب، مهندسان و تکنیسین‌های اعزامی در معرض فناوری، عملیات و تجربیات این شرکت‌ها قرار می‌گیرند و ضمن آن با شگردهای صنعتی، فنی و بازاریابی آنها نیز آشنا می‌شوند.

در محیط رقابتی کار امروز که تقاضا برای بهره‌وری افزایش می‌یابد، لازم است که منابع انسانی ما خردمندانه‌تر از همیشه باشند. همچنین موسسات آموزشی و دانشگاه‌های به اندازه کافی استعداد علمی و فنی که وارد عرصه پژوهش‌های آزمایشگاهی، مراکز نرم‌افزاری، آغازگر فناوری سطح بالا و مدرن 1 شوند را پرورش نمی‌دهند. رویایی بودن نیروی کار علم و مهندسی در قرن بیست و یکم یک واقعیت است. با تغییر در فناوری، علوم، محیط تجارت و انتظارات جامعه، آموزش مهندسی نیز باید رویکردی منعطف‌تر و پویاتری داشته باشد. نتایج تحقیقات نشان از کمبود نیروهای مهندسی و افزایش نیاز صنعت به مهندسی به مراتب توانمندتر، مستعدتر، ماهرتر و شایسته‌تر از

مهندسين امروزی، در سالهای آینده دارد و حقیقت آموزش مهندس جهت پاسخگویی به نیازهای هزاره سوم، یکی از اساسی ترین چالش‌های پیش روی سازمانها برای عبور از شرایط دشوار فردا است.

در جهان امروز آموزش مهندسی از ارکان موفقیت‌های اقتصادی و صنعتی است. متأسفانه حتی کشورهای پیشرفته نیز اذعان داشته‌اند که آموزش مهندسی نمی‌تواند همپای تغییرات عمل نماید و به عبارت دیگر دانشجویان را چنان آموزش می‌دهند که بیشتر از آنکه بدر نسل امروز و فردا بخورند مهندسی برای دنیای دو سه نسل پیش خود باشند. اگر پذیرفته شود که مسیر موفقیت و نیل به فناوری از طریق تربیت استعدادهاى مهندسی و فنی طی می‌شود لزوم تغییرات فراگیر و سیستماتیک بسیار نمایانگر می‌شود. باید پذیرفت آموزش مهندسی قابل قبول است که به آن به عنوان یک تلاش پژوهشگرانه نگریسته شود. این مسئله به این معنا است که این آموزش‌ها لازم است در راستای کسب نتایج علمی باشد و فارغ‌التحصیلان دانشکده آموزش مهندسی بر برنامه ملی علوم و فناوری تأثیرگذار باشند، چون این افراد هستند که رهبری آموزش مهندسی را در آینده برعهده خواهند داشت. تحول در آموزش مهندسی به معنای تغییر سیلابس‌های قدیمی و یا جذب اساتید نامدار نیست و ما نیازمند تحقیقات بنیادین هستیم تا بتوانیم تعلیم و تعلم مهندسی را دگرگون نماییم. آموزش و توسعه جهت استفاده، از مهندسين به عنوان منابع انسانی بسیار ارزشمند ضروری است و یک جزء پیوسته و یکپارچه، برنامه‌ریزی منابع انسانی است. آموزش جاده‌ای جهت برآورده‌سازی نیازهای فوری جامعه، صنعت و سازمان است در حالی که توسعه به اهداف درازمدت سازمان و توانایی سازگاری با تغییرات مرتبط است. آموزش و توسعه باید به عنوان یک فرایند پیوسته در نظر گرفته شوند.

تشکیل محافل علمی که در واقع پایگاهی برای تبادل آرا بین دانشمندان و کارشناسان فناوری، به‌عنوان یکی از استراتژی‌های انتقال فناوری پیشرفته و آموزش متناسب با آن تعقیب می‌شود. تأسیس مراکز آموزشی و تحقیقاتی "سطح بالا" در داخل کشور به سرپرستی دانشمندان داخلی و خارجی و مؤسسات آموزشی و تحقیقاتی پیشرفته داخلی و جهانی یکی دیگر از اقدامات مؤثر برای آموزش مهندسی پویا است. مراکز آموزشی و تحقیقاتی سطح بالا امروزه تعریف و ماموریت‌های خاصی دارند و امتیاز آن‌ها صرفاً به کیفیت بالای آن‌ها مربوط نمی‌شود؛ بلکه در این نوع مراکز تأکید اصلی بر ادغام آموزش و پژوهش و تربیت پژوهشگران در سطح دکترا و فوق دکترا است. کشورهای تازه صنعتی شده با ایجاد این مراکز در کشور خود و با سرپرستی دانشمندان بین‌المللی، فرصت‌های مناسبی را جهت کار با پژوهشگران خود فراهم می‌کنند. لازم است که دانشگاه‌ها به یکی از بازیگران عرصه انتقال فناوری پیشرفته و آموزش مهندسی تبدیل شوند.

کشورهای تازه صنعتی شده به خوبی دریافته‌اند که پایگاه‌های اطلاعاتی قوی، منابعی ارزان و در عین حال بسیار عالی برای دستیابی به اطلاعات علمی و فنی در راستای آموزش مهندسی هستند.

دو اصل مهم در آموزش مهندسی وجود دارد:

1- "افزونی شایستگی" در وظایف مختلف

2- خلاقیت و "وظایف باز" به نحوی که یک فرد بتواند در اجرای فعالیت‌هایش ابتکار و انعطاف داشته باشد.

شایستگی بیشتر بر انتظارات کاری تمرکز دارد. این واژه به مهارت‌ها و دانشی که می‌تواند انتقال یابد و در موقعیت‌ها و محیط‌های جدید به کار گرفته شود اشاره می‌نماید. یک تعریف جامع از شایستگی عبارت است از "یک خوشه مرتبط از دانش، مهارت‌ها و رفتارهایی که بر بخش اعظم شغل یک فرد تأثیرگذار است (یک نقش یا مسئولیت) و مرتبط با اجرای مشاغل است که بر اساس استانداردهای پذیرفته شده قابل اندازه‌گیری است و از طریق آموزش و توسعه می‌تواند بهبود یابد. آموزش بر شایستگی بسیار تأثیرگذار است و می‌تواند فواید و کمبودها را در فراهم آوردن تخصص از طریق این افراد پوشش می‌دهد در حالیکه در همان زمان به اجرای برنامه‌ها شتاب داده می‌شود. خلاقیت، کاهش "تنگناها" و انعطاف‌پذیری‌ها منجر به نتایج بالا می‌شود که تنها در سایه تخصص‌های بالا قابل دستیابی هستند. به نوبه خود این موضوع اثر مثبتی بر توانایی آفرینش یکپارچگی و سرعت بخشیدن به انجام کارها دارد.

جهت آموزش مهندسی لازم است افراد از طریق کارگاه‌های آموزشی تسهیلاتی و تجارب یادگیری پروژه محور این ظرفیت‌ها توسعه یابند، بدین ترتیب یک فرآیند برنامه‌ریزی موفقیت سیال و انعطاف‌پذیر برای مهندسين بنیان نهاده خواهد شد و فرهنگ حمایتی پایه‌گذاری می‌شود، که امکان خلق توانمندی‌های مهندسی لازم جهت عرضه به صنعت و جامعه را فراهم می‌نماید. برگزاری آموزش مهندسی به صورت کارگاه و نه کلاس‌های تئوریک به همراه خلق یک مجموعه تمرینات توسعه و ارزیابی جامع می‌تواند منجر به ایجاد یک شبکه مهندسين توانمند گردد که در کلیه مقاطع زمانی بتواند پاسخگوی نیازها باشد و آن‌ها را پوشش دهد. همراهی و همگامی دانشگاه و



صنعت در این ارتباط می‌تواند بسیار کارگشا باشد. به عبارت دیگر برگزاری این کلاس‌ها نیازمند رهبرانی از صنعت و دانشگاه است و تلفیق آن می‌تواند نتایج خوبی را به همراه داشته باشد.

امروزه آرای عمومی جامعه بر این موضوع تأکید دارند که علم و فناوری باید نیازهای اجتماعی-اقتصادی جامعه را برآورده سازد. در واقع دانشمند و مهندس لازم است که نماینده نخبه آحاد جامعه باشند. رسالتهای شرکتهای پژوهشی نیز سالهاست که از پژوهش برای پژوهش، به پژوهش برای انتقال فناوری و رفع نیازهای بازار و جامعه تغییر کرده است. مرتبط ساختن موضوعات فناورانه به نیازهای جامعه و بررسی اثرهای حیاتی برخی موارد بر توسعه فناوریها از شکست اجرای بسیاری از پروژه‌ها جلوگیری می‌نماید. به عبارت دیگر یک مهندس نه تنها باید در زمینه تخصصی‌اش اطلاعات وافی و کافی داشته باشد بلکه در سایر مسایل غیر مربوط به تخصصشان که تأثیرگذار در روند اجرای پروژه است باید درک لازم را داشته باشد. این آگاهی از سطوح پایینی آغاز می‌شود و یک شبه حاصل نمی‌گردد. در نتیجه امروزه باید به آموزش دانش‌آموزان و دانشجویان در مدارس و دانشگاهها در زمینه‌های پژوهشی و مهندسی بیش از پیش توجه نمود. امروزه صنایع فعال نیز می‌دانند اگر می‌خواهند نیروی کار و بهره‌وری بالا داشته باشند باید به آموزش روی بیاورند. [9 و 6]

توسعه نیروی انسانی متخصص یکی از پیش شرطهای اساسی بالا بردن ظرفیت جذب می‌باشد. از اقدامات موثر برای داشتن منابع انسانی با کیفیت، بکارگیری سیستم آموزشی مناسب در دانشگاه‌های کشورهای در حال توسعه می‌باشد. امروزه دانشگاه‌های معتبر دنیا با تخصصی کردن گروه‌ها، آموزش و تحقیقات را در راستای اهداف معینی پیش می‌برند که خروجی آن زمینه را برای حل معضلات اساسی صنایع آن کشورها فراهم می‌کند. در این دانشگاه‌ها متناسب با توان علمی، نیروی متخصص و معضلات صنعت گروه‌هایی تشکیل یافته که موضوع فعالیت اصلی تحقیقات در این گروه‌ها یک مساله خاص در صنعت می‌باشد. در این گروه‌ها اساتید، دانشجویان دکترا، دانشجویان کارشناسی ارشد و کارشناسی با سلیق و علائق مختلف در کنار هم مشغول تحقیق می‌باشند. همچنین دروس آموزشی بر اساس نیازهای صنعتی کشور و یا منطقه پایه ریزی می‌گردد. دانشگاه‌هایی نظیر استنفورد¹، تولسا²، تگزاس ای اند ام³ و کولارادا⁴ و از چنین روشی استفاده می‌کنند. در این دانشگاه‌ها حاصل کار گروه‌های تخصصی علاوه بر حل مشکلات صنعت مقالات و انتشارات زیادی است که در جوامع علمی ارائه می‌شوند و از طریق شرکت در سمینارها، کنفرانس‌های علمی و... ارائه نتایج تحقیقات به انتقال سریع فناوری کمک می‌گردد به طوری که در یک کنفرانس یا مجمع علمی بسیاری از معضلات روز دنیا مطرح شده و با ارائه نتایج تحقیقات میزان آشنایی افراد با تحقیقات جدید افزایش می‌یابد.

توسعه فناوری‌های نوین به ندرت تنها وابسته به یک رشته علمی یا فنی است، بلکه به تدریج مرزهای بین علوم و فنون مختلف برداشته شده و تنها با مشارکت مراکز تخصصی در علوم و فنون مختلف و تلفیق آنها فناوری‌های جدید توسعه می‌یابند. جهت موظف نمودن مهندسی کشور به آموزش مستمر و به روز نمودن اطلاعات لازم است انجمن مهندسی ایران تشکیل و ارزیابی فارغ‌التحصیلان رشته‌های مهندسی یکی از وظایف اصلی آن باشد. در همین راستا با همکاری این انجمن و تأیید وزارت علوم، تحقیقات و فناوری می‌توان گواهینامه برای مهندسی که دوره آموزشی مرتبط را گذرانده و اطلاعاتشان را به روز نموده‌اند صادر نمود.

6- جمع بندی و نتیجه‌گیری

یک مهندس برای اصلاح کارکرد باید همواره از نیازهای بازار آگاه باشد این کار زمینه را برای بازخورد گرفتن از بازار و تشخیص نیازهای آن و اعمال آن در روند تحقیقات و آموزشهای مرتبط فراهم می‌کند. بنابراین تشخیص سمت و سوی فناوری و آینده‌نگری فناوری در بلندمدت نقشی حیاتی برای کشور دارد و آموزش مهندسی نیز در راستای برآورد این نیازها باید باشد. بسیاری از آموزشهای مهندسی به صورت آزمون خطا است در حالیکه آموزش مهندسی باید به مثابه اقدامی خلاقانه و تلاشی پژوهشگرانه و با برنامه در نظر گرفته شود و با این دید این آموزش اقدامی موثر در انتقال فناوری خواهد بود. اگر توانمندیهای یک فرد شامل استعداد ذاتی، آموزش آکادمیک در دانشگاه، حس نیاز و شور اشتیاق و استفاده از فرصتها را پتانسیل داخلی بنامیم، خود فرصتها و برنامه‌ریزی آموزشی سازمان را می‌توان پتانسیل خارجی نامید. اگر از هر دو این ظرفیتها

¹ Stanford

² Tulsa

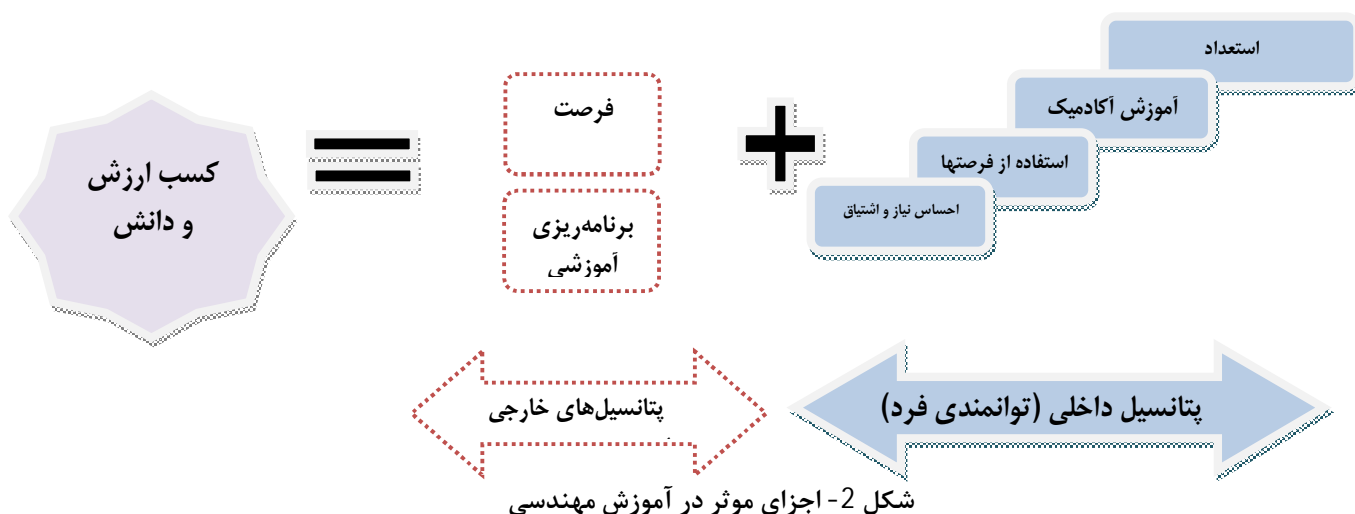
³ Texas A&M

⁴ Colarada

به صورت پیوسته و به خوبی و به درستی بهره‌برداری شود می‌توان مطمئن بود که ارزش مورد نظر حاصل می‌گردد. در شکل 2 این روابط نشان داده شده است.

با توجه به آنچه گفته شد مراحل ذیل را به عنوان اقداماتی جهت هدفمند نمودن می‌توان جمع‌بندی نمود:

- 1- تصویب انجمن آموزش مهندسی ایران به عنوان متولی آموزش جامعه مهندسين کشور
- 2- تدوین آرمان، مأموریت، رسالت، استراتژی و اساسنامه برای انجمن
- 3- تشکیل کمیته‌های فنی-مهندسی (برق و الکترونیک، مهندسی شیمی؛ مهندسی مکانیک، مهندسی ساختمان، مهندسی معدن، مهندسی مواد و ...) با تأکید بر شناخت، ارزیابی و نیازهای اجتماعی اقتصادی



شکل 2- اجزای موثر در آموزش مهندسی

- 4- تشکیل میزگردها به منظور تعیین استراتژی و اهداف کوتاه مدت و بلند مدت و برنامه‌های عملیاتی برای آموزش مهندسی مبتنی بر زمینه‌ها و حوزه‌های مختلف مهندسی
 - 5- طرح ایجاد دانشکده آموزش مهندسی
 - 6- برگزاری کنفرانس‌های داخلی و بین‌المللی
 - 7- چاپ نشریه
 - 8- تعریف طرح‌های پژوهشی مرتبط و پروژه‌های پژوهشی مختلف در راستای طرح‌های تعریف شده به منظور شناخت از وضعیت جهانی و استفاده از تجارب بین‌المللی و برنامه‌ریزی در راستای اهداف مشخص شده
 - 9- تحلیل از شرایط داخلی کشور شامل دوره‌های مهندسی، واحدهای ارایه شده، تعداد دانشجویان پذیرش شده در رشته‌های مهندسی به تفکیک مقاطع تحصیلی مختلف و ...
 - 10- نظرسنجی پیوسته و هدفمند برای تعیین الویت‌ها و بازنگری الویت‌های تعیین شده
 - 11- برنامه‌ریزی آموزش مهندسی ایران به صورت عام و در هر بخش مهندسی به صورت خاص در افق 1404
- با طی این مراحل می‌توان مطمئن بود که به دستاوردهای ذیل نایل خواهیم شد:
- 1- تعیین الویت‌ها و حوزه‌ها و زمینه‌های اصلی برای آموزش
 - 2- ارایه چشم‌انداز 1404 در زمینه آموزش مهندس

- 3- شناخت منابع و امکان‌سنجی و شناسایی کشورهای پیشرو به منظور بهره‌برداری از تجارب و اعزام مهندسين به دوره‌های آموزشی خارج کشور
 - 4- تحلیل وضعیت موجود و شناسایی نقاط ضعف و قوت و شناسایی چالشها و مسایل و مشکلات ذیربط
 - 5- ارایه طرح جامع و کامل از آموزش مهندسی مبتنی بر روند توسعه علم و فناوری و برنامه‌ریزی پویا و منطبق با نیازهای فناوری آتی
 - 6- شناخت نیازهای جامعه و صنعت
 - 7- همراستایی آموزش آکادمیک با نیازهای اجتماعی-اقتصادی
- نباید فراموش کرد که مهندسی متولد نمی‌شوند بلکه باید آنها را تربیت کرد و پرورش داد؛ در فرایند پرورش مهندسين باید تاکید اصلی را بر مهارتها و قابلیت‌های مورد نیاز در دنیای کسب و کار آینده قرار داد؛ این موضوع به برنامه منظم و سیستماتیک نیاز دارد و مسئولین ارشد جامعه و متولیان مرتبط باید حامی و مشتری اصلی این برنامه‌ها باشند.

7- مراجع

- ۱- Haghghi, Kamyar, Engineering, translated by Mostafaei, Environmental Engineering Journal , ۲۰۰۵
- ۲- Estimated from Annual reports of the Nigerian Universities Commission (NUC) different years, ۲۰۰۰
- ۳- Petroleum Technology Development Fund (PTDF), ۲۰۰۰
- 4- لیدا رسولی، عضویت در مجامع بین‌المللی، چالشها و مزایا، اولین کنفرانس پتروشیمی ایران، 1387
- 5- لیدا رسولی، وحید حدادی اصل، جایگاه همکاری‌های بین‌الملل در سازمانهای پژوهشی و فناوری، اولین کنفرانس پتروشیمی ایران، 1387
- 6- لیدا رسولی، نقش همکاری‌های بین‌الملل در انتقال فناوری، 1387
- 7- غفاری، محمدمهدی، گزارش جلسه تأسیس انجمن مهندسی ایران، فصلنامه آموزش مهندسی ایران، شماره 36، سال نهم، 1386
- 8- غفاری، محمدمهدی، پاکپور، مریم، نقش آینده‌نگری فناوری در نظام علم و آموزش مهندسی ژاپن، فصلنامه آموزش مهندسی ایران، شماره 36، سال نهم، 1386
- 9- فرهنگ شعفی، مهندس که بود؟ که هست؟ که باید باشد، پیام ماهانه، دانشکده فنی دانشگاه تبریز، تیر و مرداد 1387
- 10- توسعه رهبری پیوسته و تمرینات بهترین برنامه‌ریزی جانشین‌پروری، کوین‌اس گروز، دانشکده اقتصاد و تجارت، دانشگاه ایالتی کالیفرنیا، لوس‌آنجلس، امریکا، ترجمه: لیدا رسولی