

## چکیده

مهندسی چیست و مهندسان چه آموزش‌هایی دیده‌اند که این چنین دنیای ما را تغییر داده‌اند؟ بشر از دیر باز با نوآوری‌های خود سعی در رام کردن طبیعت داشته و به این منظور همواره ابزارها و مصنوعات جدید و راه‌های خلاقانه‌ای را برای بهبود زندگی فردی و اجتماعی، ابداع کرده است. این نوآوری‌ها، حاصل کوشش‌های صنعتگران در گذشته و مهندسان در سده‌های اخیر بوده است. در این مقاله به دنبال تعریف مفاهیمی چون مهندس، مهندسی و فناوری؛ فشرده‌ای از تاریخچه تکوین مهندسی و آموزش آن در ایران و دیگر کشورها عرضه شده است.

کلید واژه‌ها: مهندس، مهندسی، فناوری، مهندس حرفه‌ای، آموزش مهندسی

## ۱. مقدمه

در دیگر کشورها گسترش یافت. تا سال‌ها آموزش کسب شده در دانشگاه تنها معیار شایستگی مهندسان در تمام طول عمر کاری آنها بود. با بزرگ‌تر و پیچیده‌تر شدن فعالیت‌های مهندسی، مفهوم مهندس حرفه‌ای مطرح شد که برای کسب آن مهندسان باید پس از چند سال کار عملی امتحانات خاصی را نیز بگذرانند. حفظ عنوان مهندس حرفه‌ای مستلزم احراز شرایطی خاص در فواصل چند ساله است.

تحولات سریع فناوری در دنیا، عمر مفید آموزش‌های کسب شده در دانشگاه را کوتاه‌تر کرده است. در دنیای مدرن، یادگیری، چالشی برای همه عمر است و مهندسان برای حفظ شایستگی‌ها باید خودآموزی را در سرلوحه فعالیت‌های خود قرار دهند. بر طبق نظر یونسکو، آموزش دائمی در تمام طول حیات بر چهار پایه یا ستون اصلی استوار است [۱].

- یادگیری برای دانستن،
- یادگیری برای انجام دادن،
- یادگیری برای زندگی با هم،
- یادگیری برای بودن.

زندگی با هم و در اجتماع، مستلزم ارتباطات مؤثر و توانایی

در یک نظرخواهی که در سال ۱۳۸۴ از تعدادی از دانشجویان کارشناسی و تحصیلات تکمیلی مهندسی دانشکده فنی دانشگاه تهران صورت گرفت، مشخص شد که اکثر قریب به اتفاق آنها درک درستی از مفهوم مهندسی نداشته و واقعاً نمی‌دانستند که چه مهارت‌هایی را باید کسب کنند که در فعالیت‌های حرفه‌ای آینده خود، موفق باشند. بررسی محدودتری که به صورت مصاحبه با تعدادی از اساتید مهندسی دانشگاه تهران و برخی دیگر از دانشگاه‌ها صورت گرفت؛ نشان داد که برداشت واحدی از مفاهیمی چون مهندس، مهندسی و فناوری در بین آنها وجود ندارد. بخشی از این تفاوت آرا از اینجا ناشی می‌شود که مفاهیمی چون مهندسی و فناوری حالتی پویا داشته و از این رو تعاریف مختلفی از آنها ارائه شده و همان تعاریف هم در اثر گذشت زمان دست‌خوش تغییر می‌شوند. با کمی توجه می‌توان بین تکوین این مفاهیم و آموزش مهندسی رابطه نزدیکی پیدا کرد.

آموزش رسمی و دانشگاهی مهندسی، به مفهوم جدید آن، اول بار در اروپا و به دنبال انقلاب صنعتی، آغاز شد و به سرعت

تعامل با دیگران است. مهندسی امروز، حاصل فعالیت های گروهی است و دورانی که صنعتگران در کارگاه خود و به تنهایی مصنوعات مختلف را تهیه می کردند، سپری شده است. امروزه مهارت هایی چون ارتباط با دیگران، کارگروهی، رهبری و مدیریت، جزو پیش شرط های دانش آموختگان مهندسی شده است. در این نوشته، ابتدا چند مفهوم مهم از جمله مهندس، مهندسی و فناوری تعریف و به دنبال آن تاریخچه کوتاهی از تکوین مهندسی و آموزش آن در دنیا و ایران ارائه شده است.

## ۲. مهندسی چیست؟

با مرور این تعاریف مشخص می شود که فعالیت محوری مهندسی، طراحی و اجرای راه حل هایی است که پیش تر وجود نداشته و به صورتی مستقیم یا غیر مستقیم در جهت خدمت به جامعه است. مهندسی به دلیل برخورداری از فرآیند آفرینش، از علوم تفکیک می شود. به زبانی، عالمان، دنیایی را که موجود است کشف می کنند ولی مهندسان دنیایی را می آفرینند که پیش تر وجود نداشته است. آنچه مهندسان می آفرینند، بسته به زمینه فعالیت آنها، متفاوت است.

حاصل آفرینش های مهندسی می تواند محصولات، فرآیندها و یا سیستم ها باشد. محصولات یا مصنوعات می توانند انواع اشیا، کالاهای و وسایل باشند. فرآیندها عبارتند از هر عمل یا تبدیل صورت گرفته که در راستای یک هدف بوده؛ و سیستم نیز عبارت از ترکیب اشیا و فرآیندها برای حصول به دستاوردی خاص است. از این رو، عبارت محصولات، فرآیندها و سیستم ها چکیده همه راه حل هایی است که مهندسان می آفرینند.

عبارت "کاربرد علم"، شاید کوتاه ترین تعریفی باشد که از مهندسی ارائه شده است [۲]. با یک جستجوی کوتاه در کتابخانه یا در وب، به تعاریف متعددی از مهندسی بر خواهیم خورد. برخی از این تعاریف در جدول ۱ فراهم آمده اند. از این میان، تعریف زیر که توسط شورای ارزشیابی مهندسی و فناوری آمریکا (ابت) ارائه شده، از مقبولیت بیشتر برخوردار شده است [۳]:

"حرفه ای که در آن دانش ریاضی و علوم طبیعی؛ کسب

جدول ۱- برخی از تعاریف مهم برای مهندسی

آکادمی مهندسی آمریکا	الف) کاربرد علوم؛ ب) طراحی با توجه به محدودیت ها
شورای ارزشیابی مهندسی و فناوری آمریکا، ایت	حرفه ای که در آن دانش ریاضی و علوم طبیعی؛ کسب شده توسط مطالعه، کار و تجربه؛ جهت توسعه راه هایی برای استفاده اقتصادی از مواد و نیروهای طبیعی در جهت رفاه نوع بشر؛ به کار گرفته می شود.
فرهنگ فشرده بریتانیا	مهارت حرفه ای در کاربرد علوم، برای تبدیل بهینه منابع طبیعی جهت استفاده نوع بشر.
فرهنگ علوم و فنون مک گراهیل	مهارت هدایت منابع عظیم نیروهای طبیعی، برای استفاده و رفاه نوع بشر.
واژه نامه آمریکایی هریتیج	الف) کاربرد اصول علمی و ریاضی در کارهای عملی چون طراحی، تولید و بهره برداری سازه ها، ماشین ها، فرآیندها و سیستم های کارا و اقتصادی. ب) حرفه یا کاری که توسط مهندس انجام می شود.
واژه نامه وبستر - مریام	الف) کاربرد علوم و ریاضیات که توسط آن ویژگی های مواد و منابع انرژی طبیعت، مفید به حال مردم می شود. ب) فعالیت ها یا عملکرد یک مهندس.
ویکی پدیا	رشته، هنر و حرفه کسب و کاربرد دانش علمی، ریاضی، اقتصادی، اجتماعی و عملی برای طراحی و ساخت سازه ها، ماشین ها و ابزارها، سیستم ها و مواد فرآیندهایی که به نحوی ایمن، بهبودی در زندگی مردم ایجاد کند.

وابسته به هم توسعه یافت (مثل شبکه فناوری های وابسته به اتومبیل که دامنه ای از پالایشگاه ها برای تولید بنزین تا کارخانجاتی برای تولید اجزای مختلف، مرکزی برای مونتاژ قطعات، پمپ بنزین ها و شبکه راه ها دارد). در ابتدای قرن حاضر، دامنه فناوری گسترش یافت و همه نیازها و خواسته های مادی بشر، از کارخانجات تا سازمان هدایت کننده آن و از دانش علمی و مهارت مهندسی تا خود محصولات فناوری را شامل می شود. البته، همراه با تغییر طبیعت فناوری، معنی آن مبهم تر شده و زمینه ای را برای برداشتهای متفاوت و نتیجه گیری های سوال برانگیز ایجاد کرده است [۲].

### ۳. مهندس کیست؟

در حالی که عالمان درباره دنیای اطراف ما پرسش می کنند (چه وجود دارد؟، چگونه کار می کند؟، چه قواعدی را می توان برای توضیح آنها بیان کرد؟)؛ مهندسان برای تأمین نیازها و خواسته های بشر، دنیا را تغییر می دهند. بدیهی است که در عمل، مهندسی و علوم را به راحتی نمی توان از هم تفکیک کرد؛ زیرا از یک سو دانش علمی به طراحی مهندسی کمک می کند و از سوی دیگر بسیاری از پیشرفت های علمی بدون پیشرفت های فناوری که توسط مهندسان صورت می گیرد، امکان پذیر نخواهد بود.

در فرهنگ دهخدا مهندس یا مهندس، به معنای اندازه گیرنده، محاسب، شماردار و کسی که در علم هندسه عالم باشد، تعریف شده است. در زبان انگلیسی واژه engineer از کلمه لاتین ingenium به معنای استعداد، نبوغ، هوش یا توانایی ذاتی گرفته شده است. این کلمه اولین بار برای نامیدن افرادی استفاده شد که توانایی اختراع و ساخت سلاح های جنگی را داشتند. بعدها این کلمه به معانی دیگری از جمله طراحی و ساخت سازه هایی چون جاده ها، کانال ها و پل ها نیز به کار رفت [۵].

گرچه بسیاری از سازوکارهای پیچیده مهندسی توسط تمدن های باستانی همچون ایران، ابداع شده اند؛ اما شکوفایی مهندسی، در نتیجه رشد سریع ماشینی شدن کارها، در طی

در بحث درباره مهندسی همواره مفهوم فناوری نیز مطرح می شود. فناوری یا تکنولوژی فرآیندی است که بشر توسط آن، طبیعت را برای رسیدن به خواسته ها و نیازهایش تغییر می دهد [۲].

گرچه بیشتر مردم فناوری را به مصنوعات و ساخته های دست بشر؛ مثل هواپیما، کامپیوتر، نرم افزار، تصفیه خانه آب، قرص آسپیرین، موبایل و مانند آن، اطلاق می کنند؛ ولی محتوای فناوری در عمل گسترده تر از این مصنوعات است. امروزه فناوری تمام زیرساخت های لازم برای طراحی، ساخت و بهره برداری از مصنوعات فناوری هم شامل می شود. علاوه بر آن، دانش و فرآیندهای مورد استفاده برای خلق و بهره برداری از مصنوعات فناوری نیز بخش هایی از فناوری هستند.

فناوری، محصول مهندسی و علم، یعنی مطالعه دنیای طبیعی است. علم تأکید بر "چرایی" و "چگونگی" طبیعت دارد و مهندسی به دنبال شکل دادن به طبیعت برای رسیدن به نیازها و خواسته های بشر است. بنابراین، مهندسی را می توان "طراحی باتوجه به محدودیت ها" دانست که در آن علم (قوانین طبیعت) یکی از عوامل محدود کننده ای است که مهندسان باید مورد توجه قرار دهند [۴]. محدودیت های دیگر عبارت از هزینه، ایمنی، اثرات زیست محیطی، محل مصرف، منابع انسانی، مواد در دسترس، قابلیت تولید، قابلیت تعمیر، آیین نامه ها، قوانین، سیاست ها و مانند آن است. خلاصه اینکه، فناوری به ضرورت، هم درگیر علم و هم درگیر مهندسی است. طبیعت فناوری در طول چند صد سال گذشته به نحو بارزی تغییر کرده است. در واقع، ایده فناوری، به گونه ای که امروزه به کار گرفته می شود، امری تازه است. در بیشتر طول تاریخ بشر، فناوری به طور عمده در حیطه کار صنعتگران بوده که مهارت های خود را از طریق استاد شاگردی فرا گرفته و سینه به سینه، به نسل های بعد منتقل می کردند. از ابتدای قرن بیستم دامنه فناوری به شدت گسترده شد و از محدوده توانایی های فردی فراتر رفت. در نتیجه، برای توسعه، ساخت و بهره برداری از فناوری های جدید، سازمان ها و مؤسسات بزرگ به وجود آمدند. به دنبال آن، شبکه پیچیده ای از فناوری های

به طور خلاصه توضیح داده شده است. لازم به یادآوری است که این دسته بندی کلی بوده و می تواند موارد استثنای زیادی داشته باشد.

همچنان که در جدول ۲ دیده می شود، هر یک از گروه های مذکور، وظیفه مشخصی داشته و تفاوت های اساسی میان اطلاعات، توانایی ها و عملکرد مورد انتظار از هر یک از آنها وجود دارد، گرچه اغلب، مقداری پوشش نیز بین کارهای آنها وجود دارد. در بین اعضای گروه مهندسی، بیشترین مسئولیت متوجه مهندس حرفه ای است. مهندسان، مسئول پاسخ گویی نسبت به عملکرد شایسته آن چیزی هستند که بر آن نظارت داشته اند. در حقیقت، مهندسان نه تنها بر طبق قانون مسئول اعمال خود هستند، بلکه مسئولیت توصیه هایی که به سایر افراد گروه می کنند، نیز بر عهده آنهاست. کسب پروانه مهندس حرفه ای مستلزم چند سال سابقه کار مفید مهندسی، بعد از کسب مدرک کارشناسی و گذراندن امتحانات مربوطه است. شورای مهندس حرفه ای کشور، مهندس حرفه ای را به نحو زیر تعریف کرده است [۸].

"مهندس حرفه ای فردی است که از میزان مناسبی از دانش و تجربه در حرفه خود برخوردار بوده و آگاهی و دانسته های حرفه ای او در حوزه تخصصی و نیازهای جامعه به روز بوده و معتقد به توسعه پایدار باشد. مهندس حرفه ای همچنین باید با اقتصاد، مدیریت و اصول تجارت آشنایی داشته و دارای احساس مسئولیت حرفه ای، اجتماعی، اخلاقی و غیره باشد."

#### ۴. آموزش دانشگاهی مهندسی

مهندسان از چه زمانی وجود داشته اند؟ پاسخ به این سؤال بسته به تعریف ما از مهندسی تغییر خواهد کرد. به نظر می رسد که کسانی که اهرام مصر را در ۵۰۰۰ سال پیش یا تخت جمشید را در ۲۵۰۰ سال پیش ساخته اند، مستحق لقب مهندس باشند. ولی در شواهد تاریخی کمتر نامی از فرد یا افرادی که چنین نقشی داشته باشند، دیده می شود. افرادی که در عمل این سازه ها را طراحی و اجرا کرده اند، معماران، نقشه برداران و

انقلاب صنعتی سده های ۱۸ و ۱۹ به وقوع پیوست که منجر به پیشرفت و بهبود سریع روش ها و ابزارها شد. در طول قرن بیستم و در اثر پیشرفت های شگرف علمی و فنی، نقش مهندسان به سرعت تغییر کرد. از این رو، یک تعریف نوین از مهندس باید به اندازه کافی جامع و انعطاف پذیر باشد تا تمام این تغییرات را در بر بگیرد. شاید تعریف زیر تاحدی ویژگی های لازم را داشته باشد [۶]:

"مهندس کسی است که با استفاده از علوم، ریاضیات، تجربه و قضاوت شخصی، قادر است تا وسایل و ابزارها، سازوکارها، فرآیندها، ساختارها یا سیستم های پیچیده را ایجاد، راه اندازی، مدیریت، کنترل و یا نگهداری کند. علاوه بر آن مهندس باید بتواند تمام فعالیت های یاد شده را به روشی منطقی و اقتصادی انجام دهد."

البته، این تعریف نمی تواند به طور کامل جنبه انسانی فعالیت های مهندسان را بیان کند. با اینکه علوم و ریاضیات ابزارهای مهم مورد استفاده مهندسان هستند؛ اما پروژه ها در عمل به تجربیات و توانایی های انسانی در زمینه های رهبری، مدیریت و برقراری ارتباط نیاز دارند. مهندسان همواره با مسئولیت های متنوعی روبه رو هستند، که گاه به دلیل ضرورت تصمیم گیری در شرایط بحرانی و نامطمئن، دلهره آور نیز هستند.

مهندسی به طور معمول یک فعالیت گروهی است. امروزه به دلیل پیچیدگی زیاد پروژه ها، گروه های مهندسی عموماً شامل افرادی با تخصص ها، علاقه مندی ها و توانایی های بسیار متنوع است که برای اجرای یک طرح، با یکدیگر همکاری می کنند. با اینکه مهندسان تنها بخشی از یک گروه گسترده را تشکیل می دهند، نقش مهمی در برقراری ارتباط حیاتی بین نظریه و کاربرد عملی، ایفا می کنند. برای مثال، یک گروه فنی شامل پژوهشگران، مهندسان، فناوران مهندسی، متخصصان فنی، کاردان ها و کارگران ماهر است. در نگاه اول ممکن است چنین به نظر بیاید که تخصص های این افراد با هم تداخل و هم پوشانی دارد و یا در کل قابل جایگزینی با یکدیگر است. در جدول ۲ وظایف هر یک از افراد عضو گروه مهندسی،

- پژوهشگر علمی<sup>(۱)</sup> معمولاً در یک پژوهشگاه یا آزمایشگاه به روی مسائلی کار می‌کند که حل آنها مرزهای کنونی دانش را گسترش خواهد داد، گرچه ممکن است یافته‌های او تا سال‌ها هیچ کاربردی نداشته باشد. حداقل مرتبه لازم برای رسیدن به این جایگاه مدرک دکترا است؛ هر چند، گاهی مدرک کارشناسی ارشد هم قابل قبول است.
- مهندس<sup>(۲)</sup> معمولاً ارتباط کلیدی بین نظریه‌ها و کاربردهای عملی را برقرار می‌کند. مهندس باید علاوه بر دارا بودن دانش نظری، دارای تفکری سازنده و خلاق باشد. همچنین باید ضمن داشتن مهارت در به‌دست آوردن نتایج کاربردی و معقول، توانایی هدایت گروه را تا رسیدن به هدف داشته باشد. حداقل مرتبه علمی لازم برای این مسئولیت، مدرک کارشناسی است
- مهندس حرفه‌ای<sup>(۳)</sup> هر فردی که قصد دارد مسئولیت یک کار مهندسی تأثیرگذار در امنیت عمومی را به‌عهده بگیرد، براساس قانون باید عضوی از انجمن یا نظام مهندسی باشد یا از طرف این مراکز جواز مهندس حرفه‌ای، دریافت کرده باشد.
- فناوری مهندسی<sup>(۴)</sup> معمولاً طراحی‌های مهندسان را به اجرا در می‌آورند. این گروه ممکن است تا حدی تغییراتی در طراحی، ساخت و انتخاب محصولات و فرآیندها نیز بدهند و یا در نصب تجهیزات پیچیده و توسعه روش‌های نگهداری، درگیر شوند. طول دوره فناوری مهندسی به طور معمول سه سال است.
- کاردان مهندسی<sup>(۵)</sup> به‌طور عمده، گرداننده و اپراتور فناوری بوده و دارای مهارت‌های نصب و نگهداری، فراتر از مهارت‌های کارگران ماهر هستند. اغلب زیر نظر مهندس‌ها یا فناوران مهندسی کار کرده و در امور کاربردی مانند انجام آزمایش‌ها و نگهداری از وسایل با گروه همکاری می‌کند. حداقل تحصیلات مورد نیاز برای این گروه، به پایان رساندن یک دوره دو ساله کاردانی یا معادل آن است.
- کارگر ماهر<sup>(۶)</sup> به‌طور معمول با توجه به دستورالعمل‌ها کار می‌کنند و به زبان دیگر طرح‌ها و نقشه‌های دیگران را پیاده می‌کنند. این افراد اغلب سابقه کار زیادی دارند که در اثر سالیان دراز تجربه عملی، گذراندن دوره‌های رسمی کارآموزی و یا هر دو، کسب کرده‌اند.

صنعتگران بوده‌اند که دانش و مهارت‌های خود را به‌گونه‌ای که امروزه رایج است، یعنی توسط آموزش‌های رسمی دانشگاهی، کسب نکرده بودند. در ادامه، خلاصه‌ای از نحوه تکوین مفاهیم مهندس و مهندسی و آموزش آن را در اروپا، آمریکا و ایران، مرور می‌کنیم.

### آموزش مهندسی در اروپا و آمریکا

مهندسی با مفهوم جدیدش از حدود ۳۰۰ تا ۴۰۰ سال پیش و زمانی که دانشگاه‌ها به‌طور رسمی آغاز به تربیت افراد برای ساختن وسایل و مصنوعات مختلف کردند، آغاز شد [۴]. قبل از آن، مخترعان و سازندگان بزرگ کارشان را معمولاً بدون داشتن پیشینه آموزش رسمی، انجام می‌دادند. به‌عنوان مثال، جیمز وات مخترع دیگ بخار، در جوانی یک سال در لندن

1-Research scientist 2-Engineer 3-Professional engineer 4-Engineering technologist 5-Engineering technician 6-Skilled worker





نظامی به تدریج فعالیت‌های خود را به دیگر زمینه‌های فعالیت نظامی، چون طراحی پروژه‌های عمرانی و سیستم‌های حمل و نقل گسترش دادند.

مهندسی به صورت حرفه‌ای و رسمی، اول بار در فرانسه و با تأسیس برنامه‌های آموزش حرفه‌ای شکل گرفت که نیاز به امتحانات رسمی در زمینه ریاضیات، رسم، تئوری مهندسی و مواردی از این دست داشت [۹]. اولین مدارس رسمی مهندسی در اواسط قرن ۱۸ در این کشور تأسیس شد. این مدارس عبارت بودند از مدرسه پل‌ها و راه‌ها (پونزه شوسه، Ecole des Ponts et Chaussées) و مدرسه سلطنتی مهندسی (Ecole Royale du Génie). بعدها، زمانی که کشورهای مستعمراتی در ایالات متحده آمریکا در حال تشکیل، نیاز به سپاهی از مهندسان نظامی پیدا کردند؛ از این الگوی فرانسوی استفاده کردند.

در همان زمان که نگرش رسمی مهندسی در فرانسه پا می‌گرفت، سایر کشورها یک روش عملی‌تر را اتخاذ کرده بودند. این روند در طلیعه انقلاب صنعتی، ابتدا در بریتانیا آغاز شد و در آن صنعتگرانی که دارای سنت استاد شاگردی و آموزش حین کار بودند، پیشتاز طراحی و توسعه اولین ماشین‌ها و کارگاه‌های عصر صنعت شدند. شالوده‌سازهای حمل و نقل انگلستان نیز توسط همین مهندسان مستقل که آموزش خود را با روش استاد و شاگردی کسب کرده بودند، توسعه یافت. رسم استاد و شاگردی به مستعمره بریتانیا، که بعدها ایالات متحده آمریکا نام گرفت، نیز منتقل شد. بسیاری از مهندسان که تا اواخر سده ۱۷۰۰ و اوایل سده ۱۸۰۰ در پروژه‌های راه، پل و کانال آمریکا کار می‌کردند، به این روش آموزش دیدند. به این ترتیب تا قسمت اعظم قرن ۱۹، مهندسان در کشورهای پیشرفته، آموزش خود را به دو صورت متفاوت، الف) رسمی با جهت‌گیری تئوریک که بر ریاضیات، علوم و تئوری مهندسی متکی بود؛ ب) به روش عملی و با آموزش در حین کار، به دست می‌آوردند. بعد از جنگ‌های داخلی، تأکید برنامه‌های مهندسی آمریکا به سرعت معطوف به آموزش رسمی شد. گرچه، تا اواسط قرن بیستم، بخش مهمی از آموزش برخی از رشته‌های

مهندسی، هنوز به صورت آموزش در حین کار صورت می‌گرفت. در این سال‌ها به تدریج تعدادی از انجمن‌های حرفه‌ای مهندسی در آمریکا تشکیل شدند (انجمن مهندسی عمران آمریکا در سال ۱۸۶۵، انجمن مهندسی مکانیک در سال ۱۸۸۰ و انستیتوی مهندسان برق در سال ۱۸۸۴). این انجمن‌ها تأثیر بارزی بر توسعه رشته‌های مختلف مهندسی داشته‌اند. این انجمن‌ها همچنین در تدوین برنامه‌های آموزشی و کارآموزی‌ها برای مهندسان مشارکت داشته و استانداردهایی برای صنعت و قواعدی اخلاقی برای اعضای خود تدوین کردند [۱۰]. انجمن‌های مهندسی همچنین به تعریف رشته‌های جدید مهندسی کمک کردند؛ از جمله مهندسی معدن که در سال ۱۸۷۱ از انجمن مهندسی عمران جدا شد تا انجمن آمریکایی مهندسان معدن را به وجود آورد. به همین ترتیب شیمیدان‌های صنعتی نیز در سال ۱۹۰۸ از انجمن شیمی آمریکا جدا شدند تا انستیتوی مهندسی شیمی آمریکا را به وجود آورند. در طی این سال‌ها تشکیل انجمن‌های حرفه‌ای در اروپا نیز دنبال می‌شد. حرفه‌ای شدن مهندسان در طول قرن بیستم ادامه یافت. یکی از مهم‌ترین روندها در اواسط قرن بیستم، افزایش تأکید بر ریاضیات و علوم در آموزش مهندسی بوده است. به دنبال پیشرفت‌های اتحاد شوروی و به ویژه پس از ارسال اولین ماهواره (اسپوتنیک) توسط این کشور به فضا در سال ۱۹۵۷، کوشش

ملی در آمریکا برای غلبه بر این عقب ماندگی، صورت گرفت. از جمله این اقدامات، افزایش دانش‌آموختگان دانشگاهی علوم و مهندسی، با تأکید بر آموزش علوم و ریاضیات بوده است. با این تغییر رویه، آموزش مهندسی توجه خود را بیش از پیش به مسائل تئوریک و ریاضیات، معطوف کرد [۱۱].

در یکی دو دهه گذشته، به دنبال فروپاشی اتحاد جماهیر شوروی، توجه آمریکا بیشتر به مسائلی چون جهانی شدن و رقابت در اقتصاد جهانی، معطوف شد؛ و در نتیجه آن، سمت‌گیری آموزش مهندسی در این کشور، بار دیگر تغییر کرد. امروزه دانشکده‌های مهندسی آمریکا تأکید انحصاری بر علوم، ریاضیات و تئوری‌های مهندسی نداشته و توجه خود را بار دیگر بر فعالیت‌های عملی، تجربی و در کنار آن بر مواردی چون انعطاف‌پذیری، توانایی واکنش سریع به چالش‌های جدید، کارگروهی، ارتباطات مؤثر، درک دیگر فرهنگ‌ها و تأثیر فناوری بر اجتماع و افراد آن، معطوف کرده‌اند [۱۲].

به‌طور خلاصه، در طول حدود ۳۰۰ سال گذشته، نقش مهندسان از تمرکز به‌روی مسائل نظامی، به محصولاتی که تقریباً همهٔ وجوه زندگی بشر را متأثر ساخته، تغییر کرده است. در طی این سال‌ها، با تبدیل فناوری از مجموعه‌ای از وسایل و سازه‌های جدا از هم، به سیستمی جهانی و کاملاً به هم پیوسته؛ مهندسان نیز که طراحان این دنیای فناوری هستند، رشد کرده و دارای شایستگی‌هایی به مراتب بیشتر از مطالب سنتی علمی و ریاضی شده‌اند.

### سیر آموزش مهندسی در ایران

بر اساس مدارک موجود، ایران زمین زادگاه و محل پیدایش بسیاری از نوآوری‌ها و اختراعات بوده و همچنین تعداد زیادی از اکتشافات علمی و فنی توسط متفکران ایرانی انجام و در تاریخ ثبت شده است. ایران، در طول تاریخ طولانی خود، تمدن جهانی را تغذیه کرده و همچنین از آن بهره گرفته است.

به‌علاوه، این سرزمین همیشه به‌صورت گذرگاهی برای توسعه و پخش عقاید و اختراعات از سرزمینی به سرزمین‌های

دیگر بوده است. وسایل و روش‌های اندازه‌گیری، مطالعهٔ زمان و حرکت، فلزکاری، کوره‌های سفال و آجرپزی، چرخ کوزه‌گری، ساخت‌های خربایی، سقف مورب، طاق‌ها، گنبد‌ها، قوس‌ها، سدهای قوسی، کاریز (قنات)، روش‌های طاق‌زنی بدون قالب‌بندی، چرخ‌دنده و وسایل چرخ‌دنده‌ای، چرخ ارابه، چرخ‌های آب، ریسندگی و بافندگی، استفاده از قانون‌های حرکت هوا و اختراع بادگردها و آسیاب‌های بادی، تعدادی از ابداعات علوم عملی در ایران زمین محسوب می‌شود [۱۳].

تا قبل از سلسله قاجار، نظام آموزشی ایران در سه بخش علمی و نظری، حرفه‌ای و نظامی‌گری، بدون هیچ‌گونه تغییر زیربنایی برای دورهٔ طولانی چندین صدساله، ثابت باقی مانده بود. در این دوران، آموزش فنی در تمام زمینه‌ها، به‌صورت استاد شاگردی، بدون اندک تغییری از گذشته‌های دور، برقرار بود. این نظام آموزشی به‌صورت پیشه‌وری و خانوادگی، زمینهٔ اصلی فعالیت‌های فنی را تشکیل می‌داده است [۱۴].

در دوران قاجار، به دلیل گسترش رابطه با اروپا، اقداماتی برای تغییر نظام آموزش صنعتی ایران و توجه به نظام تعلیم و تربیت اروپایی به عمل آمد. آموزش نوین، در تمام طول دوران قاجار و حتی دوره‌های بعد از آن، در کنار آموزش سنتی ایران رشد یافت. سابقهٔ تقاضای شاهان ایران، برای استخدام کارشناس و معلم، به‌زمان صفویه و برادران شرلی بازمی‌گردد. روند استخدام کارشناس و معلم خارجی که از سال ۱۲۲۲ هـ.ق شروع شد، با تغییرات و نوسان‌هایی در طی حکومت قاجار، تداوم یافت. در سال ۱۲۲۶ هـ.ق. میرزا تقی‌خان امیرکبیر فرمان تأسیس مدرسه‌ای به سبک مدارس عالی اروپا، به نام دارالفنون را صادر کرد. تعداد دانشجویان دورهٔ اول دارالفنون ۱۱۴ نفر بود که از این میان ۷۰ نفر برای نظام، ۱۲ نفر برای مهندسی، ۲۰ نفر برای پزشکی، ۷ نفر برای شیمی و داروسازی و ۵ نفر برای معدن بودند [۱۵].

با عزل و کشته شدن امیرکبیر بنیان‌گذار دارالفنون، هر چند برنامهٔ توسعهٔ مدرسه به‌دست او انجام نپذیرفت، خوشبختانه آرزوی او عملی شد و این مدرسه به تدریج به سوی قدرت معنوی صعود کرد. اما در زمانی که حدود ۴۰ سال از

فعالیت آن می‌گذشت، اقدامات تند و افراطی افرادی نظیر "ملکم خان" ذهن شاه را نسبت به دارالفنون تیره کرد و مدرسه به سرعت رو به زوال گذارد و در پایان پنجاهمین سال تأسیس، از این مؤسسه جز نام، چیزی باقی نماند. دوره تجدید حیات دارالفنون با ورود معلم‌های فرانسوی به ایران آغاز شد و آئین‌نامه تنظیمی آنها حدود یک ماه و نیم پس از اعطای فرمان مشروطیت (سال ۱۳۲۴ ه.ق) چاپ شد.

در طول ۴۵ سال، حدود هزار نفر از مدرسه دارالفنون فارغ‌التحصیل شدند. اُفت و خیزهای سیاسی و توجه به مدارس دیگر یا عدم توجه به آموزش عالی، موجب شد که اولین مدرسه عالی در ایران بعد از فراز و نشیب بسیار و با انتزاع گروه پزشکی از آن، در سال ۱۲۹۷ شمسی و گروه نظامی در سال ۱۳۰۸ شمسی، بعد از ۵۰ سال به صورت یک مدرسه متوسطه به‌کار خود ادامه دهد [۱۳]. پس از مدرسه دارالفنون، مدرسه ایران و آلمان که بعدها به نام مدرسه صنعتی و هنرسرایی عالی نامیده شد، قدیمی‌ترین مدرسه فنی و حرفه‌ای کشور به حساب می‌آید. این مدرسه در سال ۱۳۰۰ ه.ش تأسیس شد و متخصصانی در رشته‌های مکانیک و شیمی تربیت می‌کرد. در سال ۱۳۱۳، اولین دانشگاه کشور تأسیس شد. هم‌زمان با آغاز به‌کار دانشگاه تهران، آموزش دانشگاهی مهندسی نیز در کشور ما بنا نهاده شد. در سال ۱۳۱۴ چند استاد آلمانی برای دانشکده فنی دانشگاه تهران استخدام شدند. به این ترتیب آموزش مدرن مهندسی در ایران آغاز شد. از اهداف اصلی آموزش عالی و در کنار آن آموزش مهندسی در دوره پهلوی، تربیت نیروی انسانی برای ادارات و سازمان‌های دولتی بود. در این دوران به تدریج دانشگاه‌های دیگری در تهران و شهرهای بزرگ دیگر تأسیس ورشته‌ها و گرایش‌های جدیدی گشایش یافت.

آموزش مهندسی در ایران پس از انقلاب اسلامی تحولات زیادی را پشت سر گذارده است. در سال ۱۳۵۹ دانشگاه‌های کشور، به دلیل انقلاب فرهنگی، تعطیل شدند. این تعطیلی تا سال ۱۳۶۲ ادامه یافت. در این فاصله، ستاد و شورای انقلاب فرهنگی تأسیس و همراه آن گروه‌ها و کمیته‌های بازنگری

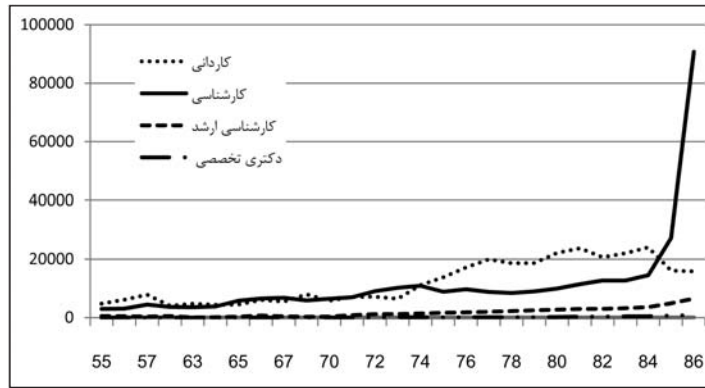
برنامه‌های آموزشی دانشگاه‌ها تشکیل شد. اعضای این کمیته‌ها اغلب هیئت علمی دانشگاه‌ها بودند که با همکاری نمایندگان از صنعت و وزارتخانه‌های مربوطه، برنامه‌های آموزشی جدیدی برای رشته‌ها و گرایش‌های مختلف، تدارک دیدند. به دنبال بازگشایی دانشگاه‌ها، تعداد مراکز آموزش عالی به سرعت افزایش یافت. دانشگاه آزاد اسلامی (که اولین دانشگاه غیر دولتی بعد انقلاب است) در سال ۱۳۶۱ آغاز به‌کار کرد. این دانشگاه در مدتی کوتاه، گسترش فیزیکی زیادی داشته است. در کشور ما، در طی سال‌های بعد از انقلاب، نظام آموزش عالی و به تبع آن آموزش مهندسی، به صورتی متمرکز اداره شده است [۷].

در سال ۱۳۷۹ وزارت علوم و آموزش عالی به وزارت علوم، تحقیقات و فناوری تغییر نام داد. یکی از هدف‌های این وزارتخانه جدید تفویض بخشی از اختیارات آموزشی به دانشگاه‌ها است. به زبان دیگر، نظام آموزش عالی ایران، می‌رود تا نوعی خودگردانی آموزشی را که در بسیاری از کشورهای جهان رایج است، بپذیرد. در شرایط جدید، دانشگاه‌ها قادر خواهند بود تا رسماً برنامه‌های آموزشی را با توجه به نیازها و امکانات موجود، تدوین کنند.

در زمان نوشتن این سطور (سال ۱۳۹۰ شمسی)، از عمر قدیمی‌ترین مرکز آموزش مهندسی ایران، یعنی دارالفنون، ۱۶۳ سال و از عمر قدیمی‌ترین دانشگاه جامع کشور، یعنی دانشگاه تهران، ۷۷ سال گذشته است. در حال حاضر، تعداد دانشگاه‌ها، دانشکده‌های مستقل و مراکز آموزش عالی کشور که به آموزش مهندسی اشتغال دارند، به بیش از هشتاد واحد رسیده و تعداد رشته‌های مهندسی به بیش از ۱۸ رشته اصلی و ۱۲۰ گرایش افزایش یافته است. پذیرش دانشجوی مهندسی در مراکز آموزش عالی دولتی که در سال ۱۳۴۰ کمتر از ۲۸۰ نفر در سال بود، با رشدی معادل ۱۳/۵ درصد در سال ۱۳۷۵ به بیش از ۲۴۰۰ نفر افزایش یافت [۱۴] و در سال ۱۳۸۶ به ۱۵,۳۷۱ نفر رسید.

برطبق آمار منتشر شده، تعداد ۳,۷۹۰,۸۵۹ دانشجوی در سال تحصیلی ۹۰-۱۳۸۹ در کشور مشغول تحصیل بوده‌اند که





از این میان ۳۳٪ در گروه فنی و مهندسی بوده‌اند. در شکل ۱ پذیرفته شدگان گروه فنی و مهندسی در مقاطع کاردانی، کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری، در فاصله سال‌های ۱۳۵۵ تا ۱۳۸۶ نشان داده شده است [۱۶].

شکل (۱) - پذیرفته شدگان گروه فنی و مهندسی ایران (روزانه، به غیر از کشاورزی)، به تفکیک دوره تحصیلی (در سال‌های ۵۹ و ۶۰ به دلیل انقلاب فرهنگی دانشگاه‌ها تعطیل بوده و در سال ۶۱ دانشجوی جدید پذیرفته نشده است. آمار مربوط به پذیرفته شدگان سال‌های ۶۲ و ۶۸ موجود نبوده است. حدود ۶۰۰۰ نفر از آمار سال ۱۳۸۶ متعلق به دانشگاه پیام نور است [۱۶])

منابع

- 1-UNESCO website, <http://www.unesco.org/delors/fourpil.htm> (accessed January 2011).
- 2-NAE. 2008. Changing the Conversation: Messages for Improving Public Understanding of Engineering. Washington, D. C.: The National Academies Press.
- 3-ABET, Accreditation Board for Engineering and Technology, [www.abet.org](http://www.abet.org) (accessed November 20)
- 4-Katehi et al (eds). 2009. Engineering in K-12 education. Understanding the status and improving the prospects. National research Council. 234 pp.
- 5-Grayson L. P. 1993. The Making of an Engineer. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- 6-Andrews G. C. et al. 2006. Introduction to Professional Engineering in Canada. 2<sup>nd</sup> ed. Pearson Education. Toronto. 268 pp.
- ۷- معمایان حسین. ۱۳۸۸. حرفه مهندسی. انتشارات دانشگاه تهران. ۵۳۴ صفحه.
- ۸- سازمان سنجش آموزش کشور. ۱۳۸۵. آئین نامه تشکیل شورای برنامه ریزی و هماهنگی آزمون مهندسی حرفه ای.
- 9-Langins, J. 2004. Conserving the Enlightenment: French Military Engineering from Vauban to the Revolution. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- 10- Reynolds, T. S. 1991. The Engineer in 19th-Century America. Pp. 7,8,13 in The Engineer in America: A Historical Anthology from Technology and Culture, edited by T.S. Reynolds. Chicago, Ill.: Chicago University Press.
- 11-Lucena, J. C. 2005. Defending the Nation: U.S. Policymaking to Create Scientists and Engineers from Sputnik to the War against Terrorism. New York: University Press of America.
- 12-NAE (National Academy of Engineering). 2004. The Engineer of 2020-Visions of Engineering in the New Century. Washington, D. C.: The National Academies Press.
- ۱۳- فرشاد، مهدی. ۱۳۶۴. تاریخ مهندسی در ایران. انتشارات نگارش.
- ۱۴- حجازی، جلال. ۱۳۷۷. تحلیل تاریخی آموزش فنی و مهندسی در ایران و جهان و آینده نگری برای آینده. فرهنگستان علوم، شاخه مهندسی مواد. ۶۲۱ ص.
- ۱۵- حجازی، جلال، ۱۳۷۸. تحلیلی بر بنیان گذاری آموزش نوین و آموزش مهندسی در دوران قاجار، مجله آموزش مهندسی ایران، شماره ۱، سال اول.
- ۱۶- مؤسسه پژوهش و برنامه ریزی. ۱۳۸۷. آمار کسب شده توسط مکاتبه. وزارت علوم، تحقیقات و فناوری.