

مهندسی چیست و یک مهندس کیست

پرویز دوامی^۱ و مریم خدابخش پیرکلانی^۲

سعی نکنید انسان موفقی باشید، سعی کنید انسان با ارزشی باشید.

آلبرت اینشتین

چکیده: در این مقاله ابتدا واژه‌هایی چون مهندسی، مهندس، فناوری و حرفه تعریف و سپس، مشخصات هر یک بررسی شده است. اسامی معروفترین مهندسان در ایران و جهان آورده و در انتها به نقش حیاتی مهندسان در پاسخگویی به چاره‌های چالش عمده که جهان در قرن بیست و یکم با آن رو به رو است، پرداخته شده است.

واژه‌های کلیدی: مهندس، مهندسی، فناوری، حرفه و چالش.

۱. استاد دانشکده مهندسی و علم مواد دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ایران.

۲. کارشناس جامعه ریخته‌گران ایران.

۱. مقدمه

واژه مهندسی از کلمه لاتین قرون وسطایی "ingenium" به مفهوم طراحی و ابداع گرفته شده است و نیز کلمه مهندسی از کلمه لاتین "ingeniare" برای موتور یا ابتکار به معنای نوآوری مبتکرانه گرفته شده است. بنابراین مهندسی فرایند طراحی جهان ساخته شده توسط انسان است. همچنین علم "Science" از واژه لاتین "Scientia" به معنای دانش "knowledge" و غالباً به معنی مطالعه جهان طبیعی است. در حالی که سؤالات دانشمندان در ارتباط با جهان اطراف ما و افقهای دورتر است. چگونگی کار اشیا و آگاهی از قوانینی که بر جهان حاکم هستند، اما نقش مهندسان تغییر جهان در جهت تأمین نیازهای جوامع انسانی است. البته، در جهان واقعی مهندسی و علوم را نمی‌توان از یکدیگر تفکیک کرد. دانسته‌های علمی ابزار توانمندی در طراحی مهندسی است و بسیاری از پیشرفتهای علمی بدون ابزارهای فناوری که به دست مهندسان ساخته می‌شوند، امکان پذیر نیست. در ساخت مصنوعات بشری مهندسان اقدامات زیادی را انجام می‌دهند. آنان برنامه‌ریزی و جهت‌های بسیاری را برای تولید این گونه محصولات در نظر می‌گیرند. برخی از دست ساخته‌های بشر کوچک هستند، نظیر ماشینهای محاسبه دستی یا یک تراشه رایانه‌ای و بعضی بزرگ‌اند، نظیر یک پل یا یک هواپیما. همچنین، مهندسان فرایندهای تولید محصولات صنعتی و غیره را طراحی می‌کنند، نظیر طراحی فرایندهای تولید در صنایع شیمیایی و دارویی برای ساخت مواد شیمیایی و دارویی یا فرایندهایی که از طریق مونتاژ اجزای کامپوننتها محصول تمام شده‌ای نظیر خودرو به وجود می‌آید. یک تفکر سودمند در مهندسی پرداختن به موضوع "طراحی تحت الزامات خاص" است. یکی از این الزامات قوانین طبیعت یا علم هستند. مهندسان باید در طراحی برای هر مشکلی در حوزه تخصصی خود راه‌حلهایی پیدا کنند. برای مثال، یک شیء فیزیکی در حال حرکت چه رفتاری را از خود نشان می‌دهد.

الزامات دیگری که در کارهای طراحی مهندسان وجود دارد، زمان و نتیجه عملکرد طراحی، هزینه‌ها، مواد در دسترس، مسائل ارگونومیک، قوانین زیست محیطی، قابلیت تولید بودن، مرمت پذیری و غیره هستند.

واقعیت این است که مهندسان در کنار دستگاههای پزشکی، آب آشامیدنی ایمنی‌تر تا ریز تراشه‌های سریع‌تر، طراح جنگ افزارها نیز هستند. آنان خالق جهان تفاوتها هستند.

مهندسی با بسیاری از حوزه‌ها نظیر علوم و ریاضیات ارتباط دارد. نظیر علوم و ریاضیات. اگر چه نقش مهندسان در شکل‌گیری فناوری بسیار حیاتی است، اما آنان با بسیاری از حرفه‌ها نیز در ارتباط هستند، نظیر دانشمندان، صنعتگرانی که ابزارها را می‌سازند، تاجران که بازار را در اختیار دارند و محصولات را می‌فروشند و تکنسینها و تکنولوژیستهایی که مسئولیت بهره‌برداری، حفظ و مرمت

پرویز دوامی و مریم خدابخش پیر کلانی ۳۷

ابزارها و دستگاهها را بر عهده دارند. کلمه مهندس به افرادی از گروه حرفه مهندسی گفته می‌شود که در ۳۰۰ تا ۴۰۰ سال گذشته مطرح شده‌اند.

یکی از مثالهای کارهای اولیه مهندسی را می‌توان در پروژه‌های اصلی شهرسازیها جستجو کرد که از آن جمله ساخت سیستم آبرسانی اطراف روم در قرن چهارم قبل از میلاد مسیح و قرن سوم بعد از میلاد مسیح است. این سیستم آب را از اطراف شهر روم از طریق سیستم لوله کشی، جویها، پلها و تونلها به داخل شهر رم هدایت می‌کرد.

امروزه، انجام دادن چنین پروژه‌هایی از مسئولیتهای مهندسان است در حالی که شواهد تاریخی نشان می‌دهد مهندسان در طراحی و اجرای چنین سیستمی نقشی نداشته‌اند. این وظیفه در آن زمان بر عهده کسی بود که نقشی اداری داشت و به بیانی وظیفه میرابی را عهده دار بود و افراد حقیقی که به صورت فردی در ساخت این سیستم مشارکت داشته‌اند، متشکل از آرشیتکتها، استادکاران با انواع مهارتها، خدمه و کارگران آن هم از نوع بردگان بودند و طیف مهندسان امروزی به ندرت مشاهده می‌شدند [۱].

۲. تعریف مهندسی

مهندسی یا دانش عملی عبارت از شناختی است که انسان از آن بهره برداری عملی می‌کند و آن را در سازندگی خویش یا جامعه به کار می‌بندد. از طرف دیگر، واژه Engineer که از کلمه Engine ریشه گرفته است، تمام یا قسمتی از بار معنایی Engine را با خود دارد. این واژه به معنای ماشین، موتور، چرخ، نقشه کشیدن، طراحی کردن، تدبیر کردن و تهیه کردن آمده و بر خلاف مرسوم و متداول، فقط به معنای موتور به کار نرفته است و در حقیقت، آنچه از معنای اصلی این واژه استنباط می‌شود، "طراحی کردن"، "نقشه کشیدن" و "چیزی را به حرکت در آوردن" است که برای انجام تمامی کارهای فوق، احاطه بر علم و دانش عملی یک ضرورت کامل است [۲]. کارمن دانشمند برجسته آموزش مهندسی مکانیک می‌نویسد:

A scientist discovers which exists; an engineer creates which never was.

با توجه به آنکه هر چیزی که در طبیعت به وجود می‌آید یا وجود دارد دارای قواعد و قوانین خاصی است، پس اگر مهندس کسی است که چیزی را به وجود می‌آورد که هرگز وجود نداشته است، این شخص نمی‌تواند بدون وقوف بر قواعد آنچه موجود است، موجود جدیدی را طراحی و خلق کند [۲].

تعاریف زیر نیز از طرف شاخه مواد و معدن فرهنگستان علوم ایران پیشنهاد شده است: توانایی کاربرد خلاقانه و اقتصادی مواد و نیروهای طبیعت در انتخاب، طراحی، مدیریت، ساخت و تولید با تکیه بر دانش، ریاضی و علوم در راستای رفاه جامعه و منافع پایدار بشر. این توانایی از طریق آموزش و تجربه حاصل می‌شود [۳].

بررسی تعاریف مهندسی نشان می‌دهد که بین مهندسی و حرفه نیز تفاوت‌های بارزی وجود دارد. حرفه مهارتی است که انسان برای انجام دادن کار یا ساختن چیزی بدون شناخت علمی و در طولانی مدت و به تدریج بر اساس یادگیری کسب می‌کند و در همین حال، یادگیری ایجاد تغییرات کم و بیش دایمی در رفتار بالقوه یادگیرنده است که به طور عمدی حاصل نشده است. بدین ترتیب، حرفه‌ها عموماً بدون شناخت علمی پیدایش و گسترش یافته‌اند. در حالی که مهندسی، متکی بر شناخت علمی است. از طرف دیگر، با آنکه مطالعه مهندسی و مطالعه فنون در بسیاری از زمینه‌ها را باید در تاریخ هنر جستجو کرد، گفتنی است که مهم‌ترین وجه تمایز هنر از مهندسی، عدم تکرار پذیری هنر، عدم اتکای کامل به علم و نبودن بخشی به نام اقتصاد و احاطه کامل احساس هنرمند در آن است و از این رو، به تمام معنا وابسته به شرایط روحی، زمانی و مکانی هنرمند است. در حالی که مهندسی فعالیت مبتنی بر علوم، تکرار پذیر و نیز متأثر از عوامل اقتصادی است و جالب آنکه در هر دو زمینه، خلاقیت مهم‌ترین عامل مشترک و بارز آنهاست [۲].

فناوری واژه جدیدی است که در باره آن نیز مفاهیم متفاوت و گوناگونی ارائه شده است. اگر فناوری دانش فنی "عملی" تعریف شود، عملاً وجه تمایزی بین فناوری و مهندسی وجود ندارد و در این حال فناوری عبارت است از: توانایی و قابلیت کاربرد اقتصادی علوم به منظور استفاده هدفمند انسانی. در اطللس فناوری، فناوری عمل تبدیل منابع طبیعی، زمین، سرمایه و نیروی انسانی به کالای ساخته شده تعریف شده است که نمی‌تواند جامع و کامل باشد، زیرا در جهان امروز هدف از فناوری فقط کالای ساخته شده نیست.

مستین فناوری را مجموعه معرفت یا شناخت علمی برای دستیابی به اهداف علمی تعریف می‌کند و از این رو، می‌توان "فناوری را توانایی گروهی و سازمان یافته تخصص‌های متفاوت برای رسیدن به هدف معین تعریف کرد که در آن کاربرد اقتصادی علوم و مهندسی مستور است." با توجه به تعریف یاد شده، مشخص می‌شود که فناوری در مسائل تولیدی و ساخت رابطه بسیار نزدیکی با مهندسی دارد و در حقیقت، اگر مهندسان خالق فناوری هستند، تکنولوژیست‌ها وظیفه راهبری و حفظ فناوری را بر عهده دارند. با توجه به آنچه گفته شد، مهندسی را می‌توان به صورت زیر تعریف کرد:

- هنر و علم کاربرد دانسته‌های علمی نظیر طراحی، ساخت و کاربری جاده‌ها، پلها، ساختمانها، ماشین آلات و غیره؛
- تلفیقی از هنر و علم که توسط آن مواد و قدرت طبیعت در خدمت انسان قرار می‌گیرد؛
- کاربرد و توسعه مهارت‌های مهندسان در حوزه‌های ریاضیات، علوم و فناوری و تلفیق آنها با مدیریت کسب و کار [۵].

بر اساس ادبیات موجود، مهندسی یا دانش عملی عبارت از شناختی است که انسان از آن بهره برداری عملی می‌کند و آن را در سازندگی خویش یا جامعه به کار می‌بندد.

بررسیهای انجام شده در باره علل توسعه و رشد اقتصادی و اجتماعی در کشورهای پیشرفته صنعتی و اخیراً در چند کشور نوصنتی آسیای شرقی و حاشیه اقیانوس هند نشان می‌دهد که هرگونه نوسازی و اصلاح اجتماعی و اقتصادی فقط با استفاده از برنامه ریزیهای هدفمند، جامع، آینده‌نگر، واقع‌گرا، فراگیر و پیوسته و تربیت نیروی انسانی ماهر و متخصص امکان پذیر است [۴]. واقعیت این است که در نظام نوین اقتصادی، کشورهایی که بیش‌تر در زمینه‌های آموزشی و پژوهش سرمایه‌گذاری می‌کنند، از امکانات بهتری برای رقابت با دیگران برخوردارند.

یک بخش اصلی از نیروی انسانی مورد نیاز هر جامعه پیشرفته، مهندسانی ماهر، متخصص، مسئول، با کفایت، خلاق و آشنا با نیازهای جامعه و شرایط فنی و صنعتی کشور و جهان است. امروزه، برنامه‌های آموزش فنی و مهندسی در کشورهای توسعه یافته با شتابی همپایه با جریان توسعه فناوری در حال دگرگونی و تحول است.

مسئولان نظامهای آموزشی با نگاهی دقیق به شرایط و نیازهای ملی و تحولات بین‌المللی در هماهنگی با طراحان برنامه‌های توسعه ملی کوشش می‌کنند تا برنامه‌های آموزشی مناسبی را برای دانشجویان رشته‌های مختلف مهندسی تدوین و ارائه کنند. صاحب‌نظران بر این باورند که امروزه، مهندسان با نیروی خلاق خود نقشی کلیدی در طراحی و تولید محصولات جدید، توسعه صنایع، افزایش درآمد ملی از طریق بهره‌وری و تسریع رشد اقتصادی از راه افزایش توان تولید کشور بر عهده دارند.

با توجه به تمدن کهن کشور ایران، قدمت آموزشهای فنی و مهندسی دارای پیشینه‌ای چند هزار ساله است. اشیای به جا مانده از ایران باستان نشان می‌دهد که صنعتگران ایرانی از مهارتهای بالایی در ساخت مصنوعات صنعتی برخوردار بوده‌اند.

ایرانیان اولین قومی هستند که از روشهای شیمیایی - که پایه اصلی متالوگرافی مدرن امروزی را تشکیل می‌دهد - برای ایجاد نقشهای فرورفته در اشیای فلزی استفاده کرده‌اند. سفالگری، کاشی‌سازی، روشهای گداز و تصفیه فلزات به روشهای علمی، ساخت بناهای عظیم، جاده‌ها، شهرسازی، ایجاد سیستمهای آبرسانی و ... گویای مهارت مهندسان و صنعتگران ما در طی هزاران سال تمدنهای ایرانی است. زایش تمدنهای مختلف در ایران نشان از مدیریت نیاکان ما در برنامه ریزیهای توسعه‌ای در هزاره‌های دور دارد [۴].

همان‌طور که قبلاً گفته شد، مهندسی یا دانش عملی عبارت از شناختی است که انسان از آن بهره برداری عملی می‌کند و آن را در سازندگی جامعه خویش به کار می‌بندد. فناوری (تکنولوژی) عبارت از توانایی و قابلیت کاربرد اقتصادی علوم به منظور استفاده هدفمند انسانی است. با توجه به این

تعاریف، مشخص می‌شود که عملاً وجه تمایزی بین فناوری و مهندسی وجود ندارد و در هر دو، هدف استفاده از دانش بشری برای حل مسائل و نیازهای اجتماعی است. لذا، چنانچه استفاده از دانش و فناوری پیوندهای هدفمند با نیازها و مسائل جامعه نداشته باشد، این‌گونه فعالیتها را نمی‌توان به حوزه کار مهندسی ارتباط داد.

واقعیت آن است که وظایف مهندسی را نمی‌توان در یک جمله کوتاه تعریف و تبیین کرد، بلکه مهندسی مجموعه‌ای از فعالیتها، دانسته‌ها و خلاقیتهاست و می‌توان گفت:

• مهندسی اساساً یک فعالیت عملی است که هدف نهایی آن توسعه، پیدایش تمدنی جدید و تغییر جهان است.

• مهندسی شناختن و بهره‌گیری از پدیده‌هاست که با توجه به علم و هنر صورت می‌گیرد. در ۵۰ سال اخیر، دو تحول در آموزش مهندسی در غرب به ویژه در ایالات متحده آمریکا اتفاق افتاده است. یکی از این تحولات تأکید بسیار بر تدریس علوم و ریاضیات در مهندسی است. هنگامی که در سال ۱۹۵۷ شوروی فضاپیما اسپوتینگ خود را به فضا فرستاد، آمریکا تلاش ملی خود را بر افزایش دانشمندان و مهندسان خود، با تأکید بر اهمیت آموزش ریاضیات و علوم در دانشگاهها قرار داد.

در یک چهارم قرن اخیر، با تغییر ایده عدم تمرکز بر توان نظامی روسیه و نیاز به افزایش توان اقتصادی غرب در مواجهه با پدیده جهانی شدن اقتصاد، تمرکز بر آموزش مهندسی مواجهه با تغییر مجدد شده است. در حال حاضر، مدارس مهندسی در آمریکا دیگر تأکید بسیاری بر آموزش علوم، ریاضیات و تئوریهای مهندسی ندارند. در چنین شرایطی تمرکز بر قابلیت انعطاف و توان مهندسان در مواجهه سریع با چالشهایی است که جهان با آن روبه‌روست. انتظار آن است که دانشجویان مهندسی بیاموزند که چگونه به صورت جمعی کار کنند. چگونه ایده‌های خود را به صورتی مؤثر و مفید مطرح سازند و درک روشنی از دیگر فرهنگها و آثار فناوری بر افراد جامعه داشته باشند.

به طور خلاصه، همان‌گونه که فناوری از مجموعه ابزارهای جدا از هم به صورت یک سیستم به شدت به هم پیوسته کلی شکل می‌گیرد، مهندسان نیز به عنوان طراح چنین جهان فناورانه باید عمل کنند. امروز، آنها باید شایستگیهای به مراتب بیشتری از موضوعات سنتی علم و ریاضیات محور را دارا باشند. به طور کلی، حوزه‌های کاری مهندسان امروزه سه زمینه اصلی ۱. صنایع ساخت؛ ۲. خدمات حرفه‌ای، علمی و فنی به ویژه کارهای مربوط به آرشیوتکتیک، مهندسی و خدمات وابسته به آن، ساختمان، ارتباطات و تجارت؛ ۳. برنامه ریزیها و خدمات بخش دولتی را تشکیل می‌دهد.

همان طوری که قبلاً بیان شد، فناوری شباهتهای بسیاری با مهندسی دارد. امروز آموزشهای فناوری متفاوت از آموزش مهندسی انجام می شود. معمولاً آموزش فناوری به دو حوزه آموزش مهندس تکنسین^۱ و مهندس تکنولوژیست تفکیک می شود.

مهندسان تکنولوژیست درک درستی از طراحی مهندسان دارند. آنان می توانند تغییرات جزئی در طراحی مهندسان به عمل آورند، محصولات و فرایندها را مورد آزمون قرار دهند، مدیریت و نصب دستگاههای پیچیده را بر عهده بگیرند و روشهای تعمیرات دستگاهها را طراحی کنند. در حالی که مهندسان تکنسین اداره کنندگان فناوری اند، اما مهارتهای نصب و تعمیرات را نیز دارند. با توجه به گستردگی حوزههای فنی و مهندسی، امروزه بسیاری از کشورهای پیشرفته صنعتی جهان تقسیم بندی جدیدی را به شرح زیر برای مهندسان مشاغل در صنایع انجام داده اند [۴]:

- تکنولوژیست^۲: فردی که فناوریهای کاملاً تثبیت یافته یا نو را در فرایندهای مهندسی و در تولید محصولات صنعتی به کار می گیرد.
 - مهندس عملی یا طراح^۳: فردی که علوم و فناوری را در تکامل مهندسی نو از سخت افزار، نرم افزار و فرایندهای صنعتی به کار گیرد.
 - مهندس سیستمها^۴: کسی که تعیین کننده مشخصه طراحی گسترده برای سیستمهای معقول تأمین نیازهای جامعه است.
 - مهندس علوم^۵: فردی که وظیفه گسترش علوم مهندسی را به منظور تهیه زیر بنای فناوری نو بر عهده دارد [۴].
- همان طور که در این طبقه بندی ملاحظه می شود، وظیفه اصلی مهندسان گروه ۲ طراحی است که پیش نیاز آن آشنایی با مبانی علوم مهندسی است. مهندسان صنایع و ساخت و تولید وظیفه بخش ۳ را بر عهده دارند.
- به طور کلی، در آموزش مهندسی بر اهداف زیر تأکید می شود:
- آگاهی از شالوده مبانی علمی و تسلط یافتن بر دانستههای بنیادی؛
 - آگاهی از روشهای مهندسی (تجزیه، تحلیل، محاسبات، مدلسازی، طراحی و بررسیهای تجربی) و اعمال تجربه به منظور به کارگیری آنها؛

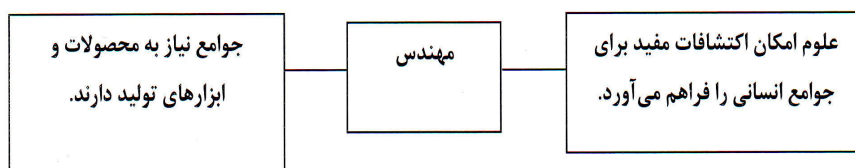
1. Engineering Technician
2. Technologist
3. Practicing Engineer and Designer
4. System Engineer
5. Engineering Scientist

- آگاهی از فشارهای حاصل از عوامل اقتصادی و اجتماعی در روابط با سیستم‌های مهندسی، حساسیت در خصوص مسئولیتهای حرفه‌ای، داشتن قابلیت سازماندهی و ارائه ایده‌ها؛
- گسترش الگوی حرفه‌ای مهندسی در جامعه انجام دادن فعالیتهای لازم [۴].

۳. یک مهندس کیست؟

- مهندس فردی است که یافته‌های علمی را به طور مؤثری در خدمت جوامع انسانی قرار می‌دهد.
- فردی که به طور ویژه‌ای آموزش یافته و دارای تجربه‌هایی در برنامه ریزی و توسعه زیربناها و ابزارهاست. مهندس باید قادر به ایفای نقش راهنما در فرایندهای مهندسی به منظور تأمین نیازهای جوامع باشد.
- مهندسان با زمینه‌هایی چون ادراک، کاربرد، طراحی، توسعه و مدیریت پروژه‌ها و فرایندها سروکار دارند [۵].

۴. تعریف یک مهندس

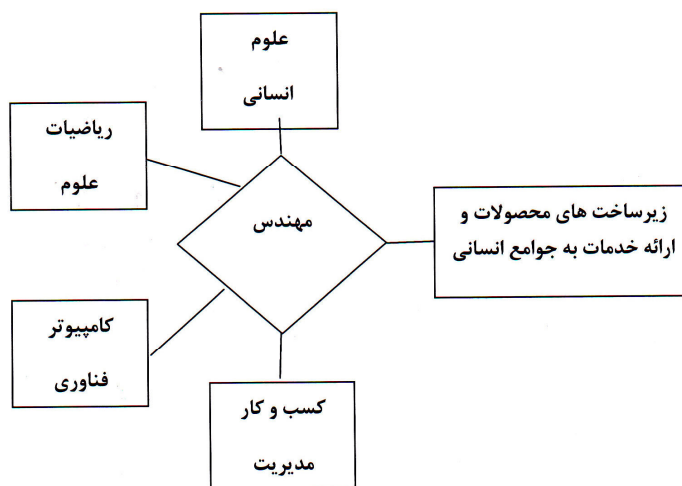


- یک مهندس به طور مؤثر یافته‌های علمی را در خدمت انسان قرار می‌دهد.
- او یک پل ارتباطی حیاتی بین علوم و جامعه است [۵].

۵. چگونه یک مهندس مدرن به وجود می‌آید؟

- جهان به سرعت در حال تغییر، نیاز به مهندسانی دارد که بتوانند نقش به مراتب پیچیده تری از گذشتگان خود ایفا کنند؛
- او علاوه بر مهارتهای فنی باید در حوزه‌های غیر فنی نیز شایستگی لازم را داشته باشد؛
- لازم است یک مهندس در برقراری ارتباط توانمند باشد.
- او باید قادر به حل مشکلات باشد.
- او باید دارای شایستگیهای مدیریتی لازم باشد [۵].

۶. عوامل آفرینش یک مهندس



۷. خصوصیات یک دانش آموخته مهندسی عبارت است از

- داشتن پایه قوی در علوم پایه، ریاضیات و اصول مهندسی؛
- داشتن دانش و تجربه در انجام دادن روشهای آزمایشی
- داشتن دانش بالا در فناوریهای مربوط به تخصص خود؛
- پیدا کردن مهارت زیاد در ارتباطات و تبادل نظرهای کتبی و شفاهی؛
- آشنایی با اصول تجارت و شرکتهای؛
- داشتن احساس مسئولیت اجتماعی، اخلاقی، سیاسی و انسانی؛
- دارا بودن دیدگاه تاریخی و اجتماعی در خصوص آثار فناوری بر جامعه و طبیعت؛
- دارا بودن تصویری هماهنگ از شاخه‌های مختلف مهندسی؛
- داشتن روحیه خلاق و هوشمند؛
- دارا بودن قابلیت انعطاف در تغییرات شغلی؛
- توانایی اتخاذ تصمیمات خطرناک هنگام بروز مسائل بحرانی؛
- داشتن اشتیاق همیشگی و علاقه به آموختن در طی زندگی؛

۴۴ مهندسی چیست و یک مهندس کیست

- دارا بودن فرهنگ کار گروهی؛
- اشتیاق به انجام دادن فعالیتهای پژوهشی و ایجاد زمینه آن؛
- پایبندی به حفظ محیط زیست؛
- آشنایی با علوم حیاتی؛
- درک ارزشهای فرهنگی و هنری؛
- تسلط کامل به کامپیوتر در حل مسائل مهندسی؛
- آشنایی کامل به زبان انگلیسی.

حقیقت آن است که شاید مشخصه مهندسان مورد نیاز در یک دهه دیگر تفاوت بسیار زیادی با آنچه امروزه در نظر گرفته می‌شود، داشته باشد و بسیاری از چیزهایی که مهندسان امروز فرا می‌گیرند کاربردی برای فردای حتی نزدیک آنها نداشته باشد [۴].

۸. کیفیت مهندسان

انگیزه و صداقت
اشتیاق به آموختن
قدرت تجسم
قابلیت داوری سالم
فکر و عمل دقیق
درک مسائل اقتصادی
استعداد رهبری سازمانی
دارای قدرت ابتکار و خلاقیت
دارا بودن توان برای انجام دادن کارهای سخت
قابلیت تفکر و ابراز نظر خود به صورت شفاف [۵].

۹. مهارتهای اساسی برای یک مهندس

- دانش مهارتهای فنی در زمینه های:
 ۱. مبانی علوم
 ۲. مبانی و کاربرد مهندسی
 ۳. آمار و احتمالات

- ۴. فناوری و علوم کامپیوتر
- ۵. عملیات مهندسی [۵]
- فرهیختگی
- ۶. تفکر منطقی
- ۷. مهارت حل مشکلات
- ۸. مهارت‌های ارتباطات و طراحی
- ۹. مهارت‌های مدیریتی، سازماندهی و سازمانی [۵]

- برداشتهای عمیق از حرفه آموزی:
 - ۱. رقابت پذیری
 - ۲. صداقت
 - ۳. تعهد
 - ۴. تساهل
 - ۵. قابلیت انعطاف
 - ۶. آموزش مادام العمری
 - ۷. اتکا به نفس
 - ۸. وقت شناسی
 - ۹. وظیفه شناسی
 - ۱۰. دارا بودن انگیزه های رسیدن به هدف [۵].

- دارا بودن استانداردهای لازم در کارهای مهندسی:
 - ۱. سیستم‌های اندازه‌گیری
 - ۲. استانداردهای فنی، بازرسی
 - ۳. آزمونهای فرایندی
 - ۴. الزامات زیست محیطی
 - ۵. آشنایی با کدهای اخلاق مهندسی
 - ۶. آشنایی با استانداردهای حرفه‌ای [۵].
- مهارت‌های لازم در کسب و کار:
 - ۱. آشنایی با اقتصاد آزاد

۴۶ مهندسی چیست و یک مهندس کیست

۲. کسب و کار بین المللی

۳. شرکتهای چند ملیتی

۴. رقابتهای جهانی

۵. تضمین کیفیت

۶. بیمه

۷. تضمینهای فروش

۸. روشهای ارائه پیشنهاد قیمت [۵].

• آگاهی از فرهنگ و تاریخ کشور خود و دیگر نقاط جهان:

۱. تاریخ جهان

۲. تاریخ و چگونگی توسعه ملی

۳. تفاوتهای فرهنگی

۴. برنامههای اقتصادی و سیاسی کشور

۵. عادات و زندگی اجتماعی

۶. جنسیت

۷. مذهب

۸. تنوع فرهنگی [۵].

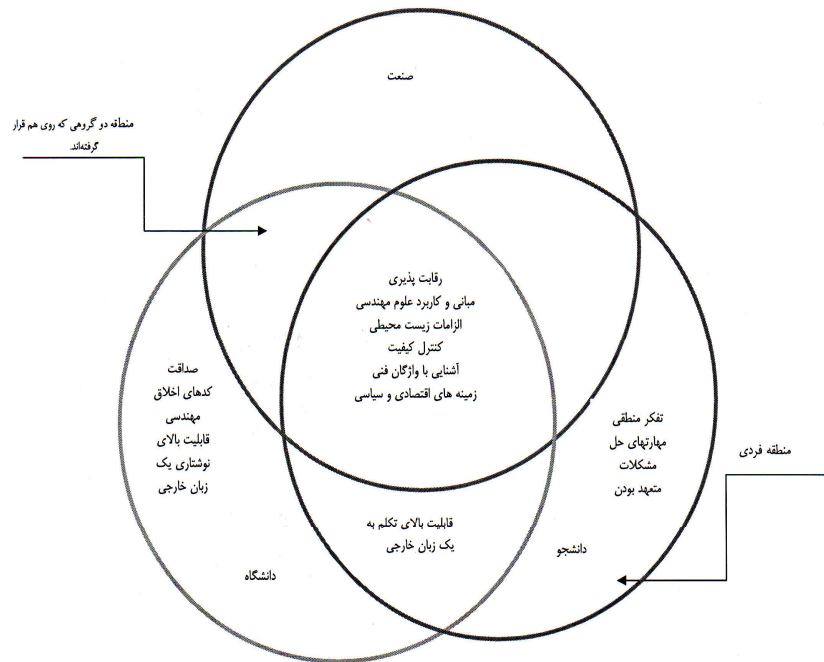
• تسلط حرفه‌ای در یک زبان بین المللی :

۱. قابلیت‌های گفتاری و نوشتاری زبان خارجی

۲. گویشهای محلی و حرفه‌ای

۳. واژگان فنی [۵].

مهارت لازم و مرتبط با یک مهندس شایسته [۵]



امروزه، حوزه‌های مهندسی را به رشته‌های زیر تقسیم کرده‌اند و مهندسان مربوط به هر رشته علاوه بر داشتن خصوصیات و ویژگیهای عمومی مهندسی، باید دارای تخصصهای لازم در این رشته ها نیز باشند.

۱۰. رشته های مهندسی

زیربنایی :

- ✓ عمران
- ✓ مکانیک
- ✓ برق

رشته ای :

- ✓ الکترونیک

۴۸ مهندسی چیست و یک مهندس کیست

- ✓ مواد
- ✓ کامپیوتر
- ✓ معدن

نوع مدرن :

- ✓ صنایع دریایی
- ✓ زیست - شیمیایی
- ✓ زیست - پزشکی

آخرین طبقه بندی :

- ✓ فناوری اطلاعات
- ✓ زیست فناوری
- ✓ پزشکی - دارویی [۵].

۱۱. برخی از مهندسان بزرگ جهان

لئوناردو داوینچی : نابغه در بسیاری از زمینه‌های مهندسی

گالیله : پدر مکانیک

بسمر : تولید فولاد ارزان از طریق کنورتور

ادیسون: مخترع لامپ

تامسون: مخترع ترانسفورماتور

گودیر: مخترع لاستیک و مکانیزه شدن

دیزل: مخترع موتور اتومبیل

بل: مخترع تلفن

فورد و بنز: مخترع اتومبیل

برادران رایت و لانگلی: مخترع پرواز با هواپیما [۵].

۱۲. برخی از مهندسان بزرگ ایرانی

قبل از حمله اعراب و دوره اسلامی :

اسکیلاس - دوره هخامنشی (زمان حکومت داریوش از سال ۴۸۶ - ۵۲۱ ق.م.) دریا نورد و مکتشف و

مهندس سازنده قنات.
ستاسپ - دوره هخامنشی (زمان حکومت خشایار شاه ۲۴۶۶-۴۸۶ ق.م.) دریا نورد و مکتشف.
بویراندا - دوره هخامنشی (زمان خشایار شاه) مهندس.
آرتاخه - دوره هخامنشی (زمان خشایار شاه) مهندس و سازنده کانال آتوس.
استانس - دوره هخامنشی شیمیدان و استاد دموکریتوس.
برازه - دوره ساسانی (زمان فرمانروایی اردشیر ۲۴۱-۲۲۶ م. مهندس و احیا کننده شهر فیروز آباد.
برانوش - دوره ساسانی- سازنده شادروان شوستر.
فرغان - دوره ساسانی - سازنده طاق کسری.
جهن برزین - دوره ساسانی - سازنده تخت (طاقدیس).
شیده - دوره ساسانی - سازنده کاخ خورنق.
سلمان پارسی - دوره صدر اسلام - متفکر و مهندس (خندق ساز).
ابولؤلؤ(فیروز) - قاتل عمر بن خطاب (خلیفه اعراب و متجاوز به ایران) - هنرمند، صنعتکار و سازنده آسیابهای بادی [۵].

دوره اسلامی:

روزبه - دوره خلافت عمر بن خطاب - طراح شهرهای بصره و کوفه.
یعقوب ابن طارق - (مرگ در ۷۹۶م./۱۸۰ه.) احتمالاً از نژاد ایرانی - ستاره شناس
نویخت - (مرگ ۷۷۶-۷۷۰ م. / ۱۷۱-۱۷۰ ه.) ستاره شناس و مهندس ایرانی که تحت سر پرستی
خالد بن برمک که وی نیز ایرانی بود، طرح بغداد را انجام داد.
ماشاءالله (مناسه) - (مرگ در ۸۱۵ یا ۸۲۰ م.) یهودی ایرانی الاصلی که در پروژه شهر بغداد با
نویخت همکاری می کرد.
بنو موسی (محمد، احمد و حسن) - سده سوم هجری - خراسانی الاصل ، مهندس مکانیک، هندسه دان،
و ریاضیدان
عمر بن فرخان طبری - (مرگ در ۸۱۵ م. / ۲۰۰ ه.) از مردم طبرستان - ستاره شناس و معمار.
محمد بن عمر بن فرخان طبری میلادی - (سده سوم هجری) ستاره شناس و مؤلف نجوم.
ابوبکر زکریای رازی - (مرگ در ۹۲۴-۹۲۳ م. / ۳۱۲ - ۳۱۱ ه.) فیزیکدان، شیمیدان و پزشک و
مهندس و فیلسوف - کاشف الکل.
یعقوب بن محمد رازی - که ابن ندیم وی را از مهندسان و محاسبان دانسته است.
استخری(اصطخری) - وی را نیز ابن ندیم از محاسبان و مهندسان به شمار آورده است.

محمد بن لره - اهل اصفهان بوده و در فهرست ابن ندیم در زمره مهندسان و محاسبان به شمار آورده شده است.

اخوان الصفا - گروهی از مهندسان و دانشمندان و فیلسوفان که در سده دهم میلادی (سده چهارم هجری) بر آمدند. بعضی از اعضای این گروه مخفی مثل ابو سلیمان محمد بن بشیر بستی مقدسی، ابوالحسین علی بن هارون زنجانی و محمد بن احمد نهرجوری ایرانی بوده‌اند. آنان دایره المعارفی شامل کلیه شعب معرفت پدید آوردند.

ابوسهل ویجی بن رستم کوهی - (سده چهارم هجری) اهل طبرستان، ریاضیدان، مهندس، ستاره شناس. وی رهبر ستاره شناسان در رصد خانه‌ای بود که شرف الدوله دیلمی ساخته بود.

ابوالرضا عباس بوزجانی - (۳۸۸/۳۸۷-۵۳۲۹). (۹۹۷/۹۹۸-۹۴۰ م). زاده بوزجان در حوالی نیشابور، ریاضیدان، هندسه دان، مهندس، ستاره شناس و نظریه پرداز در نجوم.

ابونصر اسمعیل بن حماد جوهری - (مرگ در ۵۳۹۳/۱۰۰۲ م). زاده فاراب و مقیم نیشابور. لغت نویسنده و مبتکر اندیشه های پرواز.

محمد حافظ اصفهانی (نتیجه الدوله) سده دهم هجری، مؤلف رساله‌هایی در انواع دستگاههای مکانیکی. احمد معماری لاهوری و برادرش استاد حمید لاهوری - سده یازدهم هجری معماران ایرانی سازنده تاج محل در هندوستان [۶].

۱۳. آینده جهان، چالشهای مهندسی پیش رو در قرن بیست و یکم

در ۱۵ فوریه سال ۲۰۰۸ فرهنگستان ملی مهندسی آمریکا چالشهای اصلی جهانی در قرن بیست و یکم را که مهندسان با آنها رو به رو هستند، بر شمرده مواجهه و حل این چالشها نیاز به تلاشهای کافی از سوی مهندسان دارد.

گرچه فایق آمدن بر این چالش تنها در توان مهندسان نیست، اما غلبه بر این مسائل نیز بدون مهندسان میسر نیست.

این چالشها عبارتند از:

۱۳.۱. اقتصادی کردن انرژی خورشیدی:

- اگر بتوان بر چالشهای مهندسی همچون بهبود سلولهای نوری، کاهش هزینه‌ها، به کارگیری روشی برای استفاده مؤثر از الکتریسیته برای دستیابی به سوختی قابل ذخیره فایق آمد، انرژی خورشیدی برتری خود را بر سوختهای فسیلی به عنوان یک منبع دائمی انرژی به منظور رفاه پایدار ملتها ثابت خواهد کرد.

پرویز دوامی و مریم خدابخش پیر کلانی ۵۱

۱۳.۲. امکان پذیر شدن استفاده از انرژی گداخت هسته‌ای:

- گداخت به معنای الحاق هسته‌های کوچک‌تر و ساختن یک هسته بزرگ‌تر است. در داخل خورشید گداخت هسته‌ای اتمهای هیدروژن باعث تولید اتمهای هلیوم می‌شود. در اثر این گداخت، گرما، نور و پرتوهای دیگری تولید می‌شود.
- مزیت گداخت هسته‌ای نسبت به شکافت هسته‌ای در این است که ماده رادیواکتیو کمتری تولید می‌کند و سوخت آن پایدارتر از عمر خورشید است.

۱۳.۳. حذف کربن از جوّ و ذخیره کردن در خاک به منظور جلوگیری از اثرهای نامطلوب گرمایش زمین:

- حذف کربن از جوّ یک فرایند مهندسی زمین شناسی به منظور انباشت طولانی مدت دی اکسید کربن و دیگر اشکال کربن به منظور کاهش گرم شدن جهانی است. همچنین، جمع آوری کربن راهی برای کاهش آثار گازهای گلخانه‌ای در اثر سوختهای فسیلی است.

۱۳.۴. مدیریت چرخه ازت:

- مهندسان می‌توانند به بازگرداندن چرخه نیتروژن به حالت طبیعی به وسیله فناوریهای بهتر کوددهی و با محاسبه و بازیابی زباله‌ها کمک کنند.

۱۳.۵. دستیابی به آب سالم:

- نبود آب سالم بیش از کشته شدگان جنگ جهانی عامل مرگ و میر در جهان است.
- نزدیک به ۱۲٪ از جمعیت جهان حدود ۸۵٪ از آب آن را مصرف می‌کنند و این ۱۲٪ در کشورهای جهان سوم زندگی نمی‌کنند.
- کمیابی آب در قلب بحران جهانی آن ریشه در قدرت، فقر و نابرابری دارد و نه دسترسی فیزیکی.
- شیرین کردن آب
- سیستم نمک زدایی آب با استفاده از غشاهای مبتنی بر نانو تیوبهای کربنی

۱۳.۶. بازسازی و بهبود زیرساختهای شهری:

- زیرساختار ترکیب سیستمهای زیربنایی است که رفت و آمد در یک منطقه یا بخش را پشتیبانی می‌کند. زیرساختار شامل همه چیز از سیستم آب و فاضلاب گرفته تا جاده و خط آهن، نیرو تا شبکه گاز طبیعی می‌شود. ممکن است در آینده شبکه هیدروژن نیز در این دسته قرار گیرد.
- چالش بزرگ برای مهندسی زیرساختها نه تنها تدبیر رهیافتها و روشهای جدید، بلکه برقراری ارتباط بین ارزشها و شایستگیهای آنها به جامعه خواهد بود.

۱۳.۷. پیشرفتهای اطلاع رسانی سلامت:

- انفورماتیک سلامت یا دارویی فصل مشترک علوم اطلاع رسانی، کامپیوتر و سلامت است. انفورماتیک سلامت نه تنها شامل کامپیوترها، بلکه راهنماییهای کلینیکال، لغت شناسی پزشکی و اطلاعات و سیستمهای ارتباطی است.

۱۳.۸. مهندسی بهتر پزشکی:

- ایده آل آن است پزشکان بتوانند برای هر بیماری متناسب با شرایط جسمی و ژنتیکی او درمان مناسبی را در نظر گیرند. امروزه، این مفهوم جدید از درمان را " پزشکی فردی " می‌نامند.
- یکی از چالشهای مهندسی در حال حاضر، پاسخگویی به نیاز جهان به فرایند پزشکی فردی است.

۱۳.۹. مهندسی معکوس مغز انسان:

- برای دهها سال بهترین مهندسان در آرزوی اختراع ماشینی بودند تا بتواند نظیر انسان فکر کند؛ یعنی رایانه‌هایی که بتوانند به هوشمندی انسان تفکر کنند.
- برای آنکه قابلیت‌های واقعی مغز شناخته شود و از آن در ساخت ماشینی که یاد بگیرد و چون انسان فکر کند استفاده به عمل آید، اولین گام فهم چگونگی کار مغز انسان است.

۱۳. ۱۰. جلوگیری از تروریسم هسته‌ای

- تروریسم هسته‌ای چهار نوع فعالیت متمایز تروریستی را شامل می‌شود:
 ۱. سرقت و استفاده از یک وسیله هسته‌ای آماده؛
 ۲. سرقت یا تهیه مواد شکاف پذیر به منظور استفاده در ساختن سلاح هسته‌ای؛
 ۳. حمله به راکتورها یا دیگر تأسیسات هسته‌ای با هدف ایجاد آلودگی رادیولوژیک در مناطق اطراف؛
 ۴. استفاده از مواد رادیولوژیک به منظور ساختن وسیله انتشار رادیولوژیک.
- مهندسان چالش دشواری در یافتن تمام مواد هسته‌ای خطرناک جهان، تعقیب آنها، حفاظت و مشخص کردن راههای انحرافی استفاده از آنها برای مقاصد تروریستی پیش رو دارند.

۱۳. ۱۱. امنیت فضاهای مجازی:

- محاسبات الکترونیکی و وضعیت ارتباطات پیچیده ترین چالشی است که مهندسی تا امروز با آن مواجه بوده است.
- آنچه واضح است آن است که مهندسی نیاز به توسعه نوآوریها به منظور جهت بخشی به فهرست بلندی از اولویتهای امنیت فضاهای مجازی دارد.
- در نهایت، مهندسان باید بدانند که توفیق در سیستم‌های امنیت مجازی به ایمنی کلی سیستم و نه فقط بخش جزئی شخصی آنها وابسته است. در نتیجه، افراد جوامع و جبهه‌های سیاسی و همچنین، جبهه‌های الکترونیکی باید با جرایم کامپیوتری و تروریسمهای کامپیوتری مبارزه کنند.

۱۳. ۱۲. تقویت واقعیت مجازی:

- واقعیت مجازی واقعیتی است که تأثیر واقعیت واقعی را دارد، اما دارای شکل اصیل آن نیست.
- واقعیت مجازی یک فناوری است که به کاربر امکان می‌دهد تا در محیطهای شبیه سازی شده توسط کامپیوتر قرار بگیرد.

۱۳.۱۳. بهبود یادگیریهای فردی:

- آموزش فردی باید به شکل دقیقی بر اساس نوع رفتاری دانش آموز منحصر به فرد باشد.
- با توجه به اولویتهای فردی گوناگون و پیچیدگی مغز هر انسان، بهبود روش تدریس که باعث بهینه سازی یادگیری می شود، چالشی بزرگ برای مهندسان نرم افزار در آینده است.

۱۳.۱۴. مهندسی به عنوان ابزاری توانا برای اکتشافات علمی:

- در قرن پیش رو، مهندسان باید همکاری خود با دانشمندان را در به منظور پاسخگویی به بسیاری از سؤالات بدون پاسخ طبیعت ادامه دهند.
- تحقیقات فضایی
- تحقیقات زیست شناسی
- موفقیت‌های مهندسی در کشف اسرار طبیعت نه تنها باعث پیشرفت در حل مسائل زندگی و کیهان خواهد شد، بلکه مهندسان را با چشم اندازه‌های نوین در سرمایه‌گذاری اقتصادی برای پیشرفت و بهبود حیات و تمدن بشری یاری خواهد کرد [۱۷].

۱۴. سخن آخر

در طول ۴۰۰ سال گذشته نقش مهندسان متنوع شده و توسعه بسیاری یافته است و از ساخت سلاحهای دفاعی، موتورها تا محصولاتتی که زندگی روزانه همه مردم را تحت تأثیر قرار می‌دهد، تغییر یافته است. بسیاری از این تغییرات به‌خوبی شناخته شده است. مهندسان طراحی رایانه‌ها و نرم افزارها و اتومبیلها و جاده‌ها و پل‌های عبور خودروها و نیروگاهها و سیستم‌های انتقال قدرت به مردم را بر عهده داشته‌اند. اگرچه مهندسان متواضعانه به ادای وظایف خود ادامه می‌دهند، به هر حال برخی از اقدامات آنان به درستی شناخته نشده است. برای مثال، هر جزئی از دستگاههای پزشکی از یک ترمومتر ساده گرفته تا دستگاه بسیار پیچیده MRI توسط یک مهندس طراحی شده است. شبیه ماشینی که سازنده ماشین و دستگاه دیگری بوده است و دانشمندان با تکیه به آنها می‌توانند موفق به یک کشف پزشکی شوند.

یک طریق مفید در درک اهمیت مهندسی در جوامع مدرن امروزی بررسی نقش حیاتی مهندسان در مواجهه با چالشهای بزرگی است که جهان با آنها رو به روست. مثالی در این خصوص چهارده چالشی است که در سال ۲۰۰۸ توسط فرهنگستان مهندسی آمریکا ارائه شده‌اند است. این چالش فهرست موضوعات مهمی است که در قرن بیست و یکم جهان با آنها روبه رو ست و مهندسان در

برطرف کردن آنها نقش بحرانی دارند. برای مثال، حفظ پایداری در الگوی توسعه پایدار یکی از مهم ترین آنها و پنج عنوان از فهرست چهارده گانه را پوشش می دهد.

در این خصوص نقش مهندسان تأمین آب سالم، انرژی خورشیدی اقتصادی، تولید انرژی گداحت هسته‌ای و ابداع روشهای مؤثر زدایش دی اکسید کربن از اتمسفر و ذخیره سازی آن در پوسته زمین است. مهندسان با انجام دادن کار گروهی با پزشکان و پژوهشگران می‌توانند به تأمین سلامت انسانها از طریق ذخیره سازی، تحلیل و ارسال اطلاعات پزشکی و طراحی داروهای مؤثرتر مشارکت مؤثری داشته باشند. برای پرهیز از استفاده غیر اصولی از فناوریهای پر قدرت مهندسان می‌توانند مانع تروریستها از به دست آوردن و استفاده مواد و فناوری هسته‌ای و همچنین، می‌توانند موجبات امنیت فضاهای مجازی را فراهم آورند. در نهایت، مهندسان می‌توانند نقش حیاتی در بهبود افزایش توان انسانی نظیر بهبود توان یادگیری افراد و فراهم آوردن ابزارهای لازم برای تحقق اکتشافات جدید علمی را فراهم آورند.

مراجع

1. What is Engineering, "Engineering in K-12, Us National Academy of Science, www.nap.edu/catalog/12635.html, 2009.
2. دوامی، پرویز، سخنرانی مراسم بزرگداشت هفته مهندسی، سال ۱۳۸۴.
3. مباحث طرح شده در شاخه مواد و معدن فرهنگستان علوم ایران، ۱۳۸۹.
4. دوامی، پرویز، "آموزش مهندسی و نیازها در ایران"، فصلنامه آموزش مهندسی ایران، سال اول، شماره ۱، صص. ۲۹-۱، ۱۳۷۸.
5. T. K. G. Namboodhiriz, "Who is an Engineer?" Presentation.
6. فرشاد، مهدی، تاریخ مهندسی در ایران"، انتشارات گویش، ۱۳۶۸.
7. www.engineeringchallenges.org

(دریافت مقاله: ۱۳۸۹/۲/۲۳)

(پذیرش مقاله: ۱۳۸۹/۳/۵)