

## دستاوردهای دیروز مهندسی و چالش‌های فردا

حسین معاریان، استاد دانشکده فنی دانشگاه تهران

### چکیده

قرن بیستم شاهد شگرفت‌ترین پیشرفت‌های مهندسی و فناوری بود. بدیهی است که در کنار این دستاوردها، ناکامی‌هایی نیز وجود داشته است. بشر، در قرن حاضر، برای برقراری توسعه پایدار، کاهش آسیب پذیری، بهبود سلامت و بهداشت، و به طور کلی افزایش رضایت از زندگی، با چالش‌های متعددی روبرو است. در این مقاله دستاوردهای عمده و برخی ناکامی‌های مهندسی در قرن گذشته؛ و مهم‌ترین چالش‌هایی که در قرن حاضر مهندسان باید برای آنها چاره‌جویی کنند، مورد بررسی قرار گرفته است.

کلیدواژه‌ها: دستاوردهای مهندسی، ناکامی‌های مهندسی، چالش‌ها

### ۱- مقدمه

آینده امری دقیق نیست، ولی چندین روند در مهندسی مبنایی را برای پیش‌بینی وضعیت آتی برخی وجوه مهندسی و نیازهای آموزشی آن، به دست می‌دهد. حاصل این بررسی‌ها تعیین چهارده چالش اصلی است که می‌توان آنها را در چهار زمینه توسعه پایدار، ارتقاء سلامت، کاهش آسیب پذیری و افزایش لذت از زندگی، دسته‌بندی کرد. بررسی این چالش‌ها نقش حیاتی مهندسان در دستیابی به آنها را نشان می‌دهد [۱]. در این مقاله، ابتدا دستاوردهای عمده و برخی ناکامی‌های قرن گذشته و به دنبال آن چالش‌های پیش روی بشر در قرن حاضر را که به مهندسی نیاز دارد، مرور می‌کنیم.

در قرن بیستم مهندسان به تدریج دامنه خلاقیت‌های خود را به همه زمینه‌های فعالیت‌های بشری گسترش دادند که حاصل آن شکوفایی و بسط فناوری‌های ارزشمند بوده است. با وجود همه این پیشرفت‌ها، چالش‌های متعددی نیز هنوز پیش روی بشر است. با رشد سریع جمعیت و افزایش نیازهای آن، مشکل حفظ و پایداری دستاوردهای بشری، همراه با بهبود زندگی، امری حیاتی و فوری به حساب می‌آید. عوامل تهدید کننده قدیمی و جدید سلامت فردی و عمومی، روش‌های درمان مؤثرتر و در دسترس‌تری را می‌طلبد.

### ۲- دستاوردها و ناکامی‌های مهندسی در قرن بیستم

در قرن بیستم، مهندسی بزرگ‌ترین دستاوردهای خود را به ثبت رساند. توسعه و گسترش کاربرد الکترونیسته و تأمین آب سالم، اتومبیل و هواپیما، رادیو و تلویزیون، فضاپیما و لیزر، تولید آنتی‌بیوتیک‌ها و تصویربرداری پزشکی، کامپیوتر و اینترنت، برخی از مهم‌ترین دستاوردهای قرن است که در آن مهندسی تقریباً همه وجوه زندگی بشر را متحول کرد و

آسیب‌پذیری در برابر بیماری‌های مسری و بلاپای طبیعی، محتاج پژوهش‌های جدی، به ویژه در عرصه مهندسی، برای دستیابی به روش‌های تازه برای جلوگیری و محافظت از آنها است. علاوه بر آن، محصولات و فرآیندهایی که لذت از زندگی را افزایش می‌دهد، همانند همه ادوار گذشته، به عنوان یکی از ارجحیت‌های نوآوری‌های مهندسی باقی مانده است. چالش‌های پیش رو تا حد زیادی سمت‌گیری فردای آموزش مهندسی را نیز معین می‌کند. گرچه پیش‌بینی درباره

بهبود بخشید. آکادمی ملی مهندسی آمریکا، در سال‌های پایانی قرن گذشته، ۲۰ دستاورد مهم مهندسی قرن بیستم را تعیین کرده است (جدول ۱) [۲].

جدول ۱- مهم‌ترین دستاوردهای مهندسی قرن بیستم [۲]

۱. تولید، توزیع و کاربرد برق	۱۱. بزرگ‌راه‌ها
۲. اتومبیل	۱۲. فضاپیماها
۳. هواپیما	۱۳. اینترنت
۴. تأمین و توزیع آب	۱۴. تصویربرداری پزشکی
۵. الکترونیک	۱۵. وسایل منزل
۶. رادیو و تلویزیون	۱۶. فناوری سلامت
۷. کشاورزی مکانیزه	۱۷. فرآورده‌های نفت و پتروشیمی
۸. کامپیوتر	۱۸. لیزر و فیبر نوری
۹. تلفن	۱۹. فناوری‌های هسته‌ای
۱۰. تهیه مطبوع	۲۰. مواد دارای عملکرد بالا

با تکیه گاه‌ها قطع شد و پل به داخل رودخانه فروافتاد و بار دیگر، به دلیل خطای طراحی، ۱۱ نفر کشته شدند (شکل ۱). این پروژه سرانجام در سال ۱۹۱۷ به اتمام رسید و از آن تاریخ مشغول سرویس دهی است. پل کبک همواره این مسئله را به یاد مهندسان کانادایی می‌آورد که زندگی بسیاری از افراد وابسته به کار آنها است و از این رو کار آنها نیاز به توجه و دقت زیاد دارد [۳].

در سوم دسامبر ۱۹۸۴ نیز یک ناکامی فناوری بی‌سابقه دیگر، در کارخانه "یونیون کارباید" بوپال هند، اتفاق افتاد. به دنبال ورود آب به داخل مخزن‌های حاوی متیل ایزوسیانیید فرار، که از آن برای تهیه آفت کش استفاده می‌شد، این مخزن‌ها منفجر شدند و در کمتر از ۹۰ دقیقه، ۱۰ تن بخار متیل ایزوسیانیید و مواد دیگر تولید شده از آن، توسط باد در مناطق مسکونی اطراف کارخانه پخش شد [۴]. متأسفانه بین ۳۰۰۰ تا ۱۲,۰۰۰ نفر، در همان لحظه یا چند روز پس از انتشار گازهای سمی، کشته شدند و هزاران نفر آسیب دیدند. براساس آمار ارائه شده توسط دولت هند، حداقل ۳۰,۰۰۰ نفر آسیب دائم، ۲۰,۰۰۰ نفر آسیب موقتی و ۱۵,۰۰۰ نفر آسیب جزئی دیدند. هراس از تکرار موارد مشابه، بررسی‌های گسترده‌ای در مورد علل وقوع این فاجعه، تمهیدات ایمنی، روش‌های مدیریتی در کارخانه و حتی بررسی عواقب انتقال یک فناوری توسعه یافته از یک کشور پیشرفته (آمریکا) به کشور دیگر، را به دنبال داشت. مسائل حقوقی مربوط به جبران خسارت قربانیان این فاجعه تا دو دهه در دادگاه‌های مختلف ادامه داشت.

عدم موفقیت فعالیت‌های مهندسی در مواردی نیز به دلیل

از دید بسیاری، مهندسی کار با اعداد و ارقام و کوشش فنی به منظور طراحی، ساخت و نگهداری محصولات، فرآیندها و سیستم‌هاست. این برداشت صحیح است، به شرط آنکه دو عامل مهم دیگر، یعنی جامعه و مردم را هم در آن منظور کنیم. هدف مهندسان از توسعه منابع جدید انرژی یا وسایل حمل و نقل بهتر، ارتقاء کیفیت زندگی بشر است. مهندسی بر شرایط کار و زندگی، سلامت و ایمنی مردم و حتی مواردی چون اقتصاد و سیاست، تأثیرگذار است. به دلیل این انعکاس گسترده تصمیمات مهندسی، مهندسان همواره ملزم به در نظر گرفتن عواقب کارشان هستند.

سده بیستم شاهد تعدادی از شکست‌های چشم‌گیر مهندسی نیز بوده است. در سال ۱۹۰۰، پل کبک، بر روی رودخانه لاورنس کانادا، به طول حدود ۶۰۰ متر (که طولانی‌ترین پل جهان در آن زمان بود)، به واسطه محاسبات اشتباه طراح، در حین ساخت فروریخت و هشتاد نفر کشته شدند. در سال ۱۹۱۱ همین پروژه با طراحی جدید از سرگرفته شد. تا سال ۱۹۱۶ و هنگامی که پروژه در حال اتمام بود، همه چیز به خوبی پیش می‌رفت تا اینکه در هنگام قرار دادن قطعه میانی، اتصال آن



شکل ۱- پل کبک کانادا

نیازهای انرژی یک خانوار را برای ۱۵ سال تأمین کند. این امر توسط گداخت هسته‌ای<sup>(۱)</sup> که در واقع باز تولید مصنوعی منبع نیروی خورشید در زمین به شمار می‌رود، امکان پذیر است. در خورشید، گداخت هسته‌ای اتم‌های هیدروژن، باعث تولید اتم‌های بزرگ‌تر هلیوم می‌شود و در نتیجه آن، انرژی به صورت‌هایی مثل گرما و نور، آزاد می‌شود. تلاش برای گداخت هسته‌ای فراتر از محدوده توانایی‌های کنونی مهندسی است، ولی دستاوردهای امیدوارکننده اخیر حکایت از آن دارد که دستیابی به این منبع انرژی دور از دسترس نیست.

**۳-۳- توسعه روش‌های کاهش دی‌اکسیدکربن: راه‌حل‌های مهندسی برای در اختیار گرفتن نیروی خورشید و گداخت هسته‌ای، نه فقط از دید فناوری، بلکه از دید اقتصادی و فنی نیز باید با سوخت‌های فسیلی قابل رقابت باشند. حتی اگر این موفقیت نیز حاصل شود، احتمال کمی وجود دارد که حداقل به زودی، سوخت‌های فسیلی از فهرست منابع تأمین انرژی بشر، حذف شود. از این رو، مقابله با مشکلات زیست محیطی حاصل از مصرف سوخت‌های فسیلی تا مدت‌ها برای مهندسان باقی خواهد ماند. یکی از مهم‌ترین این مشکلات، افزایش دی‌اکسیدکربن حاصل از سوخت این مواد، در جو زمین است که دمای آن را افزایش داده و تأثیر مخربی بر شرایط آب و هوایی دارد. در سال‌های پیش‌رو، مهندسان فناوری‌هایی را بررسی خواهند کرد که به واسطه آنها، این دی‌اکسیدکربن اضافی گردآوری و در پوسته زمین و شاید در زیر اقیانوس‌ها، ذخیره شود.**

**۳-۴- ساماندهی چرخه ازت: مشکل مهم دیگری که کمتر به آن توجه شده مربوط به سازنده اصلی اتمسفر، یعنی عنصر ازت است. در دهه‌های اخیر، چرخه ازت زیست‌شیمیایی که ازت را از هوا می‌گیرد و آن را به گیاهان داده و به این ترتیب مواد غذایی ایجاد می‌کند، توسط فعالیت‌های بشر تغییر کرده است. بشر، با استفاده گسترده از کودهای شیمیایی و احتراق دمای بالای صنعتی، سرعت ورود ازت به هوا را نسبت به قبل از انقلاب صنعتی، دو برابر کرده است. حاصل این امر نزول**

ناکافی بودن مطالعات مقدماتی و یا دخالت افراد غیرمتخصص، در طراحی و اجرای پروژه بوده است.

در دهه‌های اخیر، تکرار مثال‌هایی از این دست در نقاط مختلف دنیا، باعث شد که مهندسان دیگر تنها به ساخت و ساز و تولید فکر نکنند و توسعه پایدار را سرلوحه فعالیت‌های خود قرار دهند.

### ۳-۳- مقابله با چالش‌های بشر در قرن بیست و یکم

در هر یک از چهار زمینه اصلی مورد توجه و نیاز بشر؛ یعنی توسعه پایدار، سلامت، آسیب‌پذیری و لذت‌زندگی؛ چالش‌های خاصی در انتظار راه‌حل‌های مهندسی است. حرفه مهندسی به دنبال راه‌های بررسی و عملی کردن دانش خود برای پرداختن به این چالش‌هاست. مهم‌ترین این چالش‌ها آنهایی هستند که برای کسب اطمینان از آینده باید تأمین شوند. کره زمین سیاره‌ای با منابع محدود است و جمعیت رو به افزایش آن، در حال حاضر این منابع را با سرعتی باورنکردنی، مصرف می‌کند. بررسی‌های متعدد ضرورت تأمین منابع جدید انرژی را مورد توجه قرار داده و به‌طور هم‌زمان بر جلوگیری از زوال محیط زیست تأکید کرده است. در سال‌های آغازین سده حاضر، آکادمی مهندسی آمریکا، ۱۴ چالش پیش‌روی بشر را که دستیابی مهندسی به آنها در قرن ۲۱ امکان‌پذیر به نظر می‌رسد، تهیه کرده است (جدول ۲). در ادامه، این چالش‌ها را به‌طور خلاصه مرور می‌کنیم.

#### ۳-۱- اقتصادی کردن انرژی خورشیدی: خورشید از دیرباز

انرژی نامتناهی و سالم خود را بر زمین ارزانی داشته است. تنها جزء کوچکی از انرژی خورشید به زمین می‌رسد، ولی همین مقدار نیز ۱۰,۰۰۰ برابر تمام انرژی است که بشر در این سیاره مصرف می‌کند [۱]. مهار کردن انرژی خورشیدی و تبدیل آن به اشکال مفید و به‌ویژه ذخیره کردن آن برای روزهای ابری و بارانی، از چالش‌های پیش‌روی مهندسان است.

#### ۳-۲- تأمین انرژی از گداخت هسته‌ای: باتری لپ‌تاپ

به‌طور معمول حاوی مقدار کمی لیتیوم است که قادر است

1-Nuclear fusion

جدول ۲- چالش‌های عمده برای مهندسی در قرن ۲۱ [۱]

۱. اقتصادی کردن انرژی خورشیدی
۲. تأمین انرژی از گداحت هسته‌ای
۳. توسعه روش‌های کاهش دی‌اکسیدکربن
۴. سامان دهی چرخه‌ازت
۵. امکان دسترسی به آب سالم
۶. ترمیم و بهبود زیرساخت‌های شهری
۷. پیشرفت اطلاعات سلامت
۸. مهندسی داروهای بهتر
۹. مهندسی معکوس مغز
۱۰. پیشرفت کاربرد فناوری هسته‌ای
۱۱. ایمن سازی فضای مجازی
۱۲. بهبود واقعیت مجازی
۱۳. بهبود یادگیری فردی
۱۴. مهندسی ابزارها برای کشفیات علمی

باران‌های اسیدی، آلوده شدن آب شرب و حتی تسریع فرآیند گرمایش زمین بوده است. مهندسان باید با حفظ توانایی‌های کشاورزی در تأمین مواد غذایی مورد نیاز، روش‌های مقابله با مشکل چرخه‌ازت را طراحی کنند.

۳-۵- امکان دسترسی به آب سالم: نکته قابل توجه دیگر، مسئله کمیت و کیفیت آب است که به شکل خطرناکی کمبود آن در بسیاری از نقاط جهان حس می‌شود. کیفیت آب و بسیاری دیگر از مسائل زیست محیطی، رابطه تنگاتنگی با سلامت بشر دارند. برای حفظ کیفیت زندگی، آب باید هم برای مصارف شخصی (مثل نوشیدن، استحمام و پخت و پز) و هم مصارف بزرگ مقیاس تر (مثل آبیاری کشاورزی و کارخانجات)، به نحو پایداری تأمین شود. در این زمینه، فناوری‌های جدید برای نمک زدایی از آب دریا ممکن است مفید واقع شود. گرچه، به کارگیری فناوری‌های کوچک مقیاس برای تصفیه محلی آب، ممکن است برای استفاده‌های شخصی، تأثیرگذارتر باشد.

۳-۶- ترمیم و بهبود زیرساخت‌های شهری: زیرساخت‌ها و شریان‌های حیاتی، از جمله سیستم‌های آب و فاضلاب، شبکه‌های راه و راه آهن، خطوط انتقال برق، نفت و گاز در اغلب نقاط جهان قدیمی شده و نیاز به بازسازی و نوسازی اساسی دارند. در سال‌های پیش‌رو، مهندسان با چالش‌های بزرگی در زمینه حفظ، نوسازی و پایدارسازی این شریان‌های حیاتی شهری قدیمی، روبرو هستند.

۳-۷- پیشرفت اطلاعات سلامت: یکی از هدف‌های مهندسی پزشکی، تجویز اختصاصی داروهاست. پزشکان از مدت‌ها پیش دریافته‌اند که حساسیت افراد به بیماری‌ها و پاسخ آنها به درمان، متفاوت است. این در حالی است که تاکنون فناوری‌های پزشکی به صورت مقدار یا "دوز" یکسان دارو برای همه، اعمال شده است. موفقیت‌های اخیر در کاتالوگ کردن ژن‌های انسان و درک عمیق‌تر از مکمل‌های پروتئینی بدن و تعامل‌های بیوشیمیایی بین آنها، نوید آن می‌دهد که بتوان عوامل خاصی را که میزان سلامت یا بیماری هر فرد را مشخص می‌کند، شناسایی کرد. یک روش مهم برای

دستیابی به این اطلاعات، توسعه روش‌هایی است که به پزشکان اجازه می‌دهد مزایا و اثرات سوء درمان‌ها یا معالجات بالقوه را بررسی کنند. دستیابی به این هدف با توسعه سیستم‌های گسترده اطلاعات درباره وضعیت سلامت تک تک افراد جامعه، امکان پذیر است. یک کاتالوگ کامپیوتری از اطلاعات تندرستی، توانایی سیستم پزشکی را برای دنبال کردن پراکندگی بیماری‌ها و تأثیر روش‌های مختلف برای پیش‌گیری و درمان آنها، بالا می‌برد.

۳-۸- مهندسی داروهای بهتر: درحالی‌که بسیاری از دشمنان سلامت بشر در گذشته، توسط داروهای جدید کنترل و حتی برطرف شده‌اند، برخی انواع قدیمی چون مالاریا، همراه با برخی موارد جدیدتر، در مقابل پیشرفت‌های پزشکی مقاومت کرده و مقابله با آنها نیاز به روش‌ها و فناوری‌های جدید پزشکی دارد. یکی دیگر از دلایل توسعه داروهای تازه، رشد خطر حملات توسط عوامل بیماری‌زای جدید است. به عنوان مثال، برخی باکتری‌های مهلک، به‌طور مکرر تغییر کرده و حتی در برابر قوی‌ترین آنتی‌بیوتیک‌ها هم مقاومت می‌کنند. ویروس‌های جدید نیز، با قدرت مرگ آفرینی فراتر از توانایی

سیستم‌هایی که برای مقابله آنها، با همکاری مهندسان طراحی شده، ظاهر شده‌اند.

۳-۹- مهندسی معکوس مغز: در چند دهه گذشته، مهندسان کوشش‌های زیادی را برای خلق کامپیوترهایی که بتوانند فکر کنند، انجام داده‌اند. مهندسی معکوس مغز، برای تعیین عملکرد اعجاب انگیزش، دو سود را به همراه خواهد داشت؛ یکی کمک به درمان بیماری‌ها و دیگری تهیه نشانه‌هایی برای نگرش تازه به هوش مصنوعی توسط رایانه. هوش مصنوعی پیشرفته به نوبه خود می‌تواند تشخیص و تجویز خودکار بیماری‌ها را به همراه داشته باشد. همکاری مهندسان و متخصصان مغز و اعصاب، پیشرفت‌های شگرفی را در زمینه‌های پزشکی، تولید محصولات و ارتباطات به دنبال خواهد داشت (شکل ۴).

۳-۱۰- پیشرفت کاربرد فناوری هسته‌ای: توسعه فناوری‌های جدید برای مقابله با خطرات پیشرفت کاربرد فناوری هسته‌ای از دیگر نیازهایی است که همکاری مهندسان را طلب می‌کند. درست به همان ترتیبی که آسیب‌پذیری نسبت به بلایای زیست‌شناختی، از مهمترین موارد، در فهرست چالش‌های مهندسی پزشکی است؛ راه‌حل‌های مهندسی برای مقابله با بلایای طبیعی، مانند زمین لرزه، سیل و طوفان نیز در اولویت قرار دارد. فناوری‌هایی برای تشخیص زود هنگام این تهدیدها و به‌کارگیری سریع‌تر روش‌های مقابله با آنها، جزء فوری‌ترین چالش‌های مهندسی در قرن حاضر است.

۳-۱۱- ایمن‌سازی فضای مجازی: اسرار فردی و امنیت ملی کشورها در قرن ۲۱ وابسته به محافظت صحیح از سیستم‌های تبادل اطلاعات است که تا اواخر قرن بیستم اصلاً وجود نداشته‌اند. از آن جمله است آسیب‌پذیری در برابر دست‌بردهای اطلاعاتی، مالی و امنیتی و ویروس‌های کامپیوتری که برای مختل کردن ارتباطات اینترنتی تولید می‌شوند. بالا بردن امنیت اطلاعات در وب، یکی از چالش‌هایی است که مهندسان باید به آن بپردازند. سیستم‌های ایمنی فضای مجازی باید به گونه‌ای طراحی شوند که به راحتی توسط همه قابل استفاده باشند.

۳-۱۲- بهبود واقعیت مجازی: برخی از روش‌های جدید مورد استفاده در دنیای مجازی کامپیوتر که تصور وجود در یک فضای دیگر را به دست می‌دهد، در ارتباطات، طراحی‌ها و شبیه‌سازی‌های مهندسی، آموزش افراد و درمان بیماری‌ها به کارگرفته می‌شوند. این روش‌ها بدون شک برای سرگرمی و تفریح نیز به کار خواهند رفت و به این ترتیب سهم مهندسان در تأمین شادی برای زندگی را افزایش خواهند داد.

۳-۱۳- بهبود یادگیری فردی: دنیای خارج تنها محلی نیست که مهندسی اهمیت پیدا می‌کند. دنیای داخلی مغز نیز باید از روش‌های مناسب‌تر آموزش و یادگیری بهره‌برد. از آن جمله روش‌هایی مناسب برای رشد فکری، با توجه به توانایی‌ها و تمایلات هر فرد را می‌توان نام برد. آموزش را می‌توان با توجه به سبک یادگیری، سرعت جذب و علایق هر فرد عرضه کرد؛ و به این ترتیب میزان یادگیری را افزایش داد.

۳-۱۴- مهندسی ابزارها برای اکتشافات علمی: فعالیت‌های حرفه‌ای دانشمندان و مهندسان تفاوت‌هایی با هم دارد. بررسی، تجربه و کشف از کارهای دانشمندان و ابتکار، طراحی و ساخت، جزء وظایف اصلی مهندسان است. تلاش مهندسی می‌تواند منجر به افزایش اکتشافات در مرزهای دانش شود. این امر با ایجاد ابزارهایی برای بررسی جهان پهناور پیرامون ما و پیچیدگی‌های داخلی حیات و اتم‌ها، امکان‌پذیر می‌شوند. در سال‌های پیش‌رو همکاری مهندسان و دانشمندان علوم مختلف، برای تعداد بیشتری از ناشناخته‌های طبیعت اطراف ما، پاسخ‌هایی را به دست خواهند داد.

#### ۴- غلبه بر موانع

مثال‌های فوق تنها به طرح چالش‌هایی می‌پردازد که مهندسان در قرن ۲۱ باید با آنها روبرو می‌شوند. مسائلی که در اینجا شرح داده شد، تنها بزرگی و پیچیدگی کارهایی را نشان می‌دهد که باید برای تداوم و پایداری تمدن و سلامت ساکنان کره زمین انجام شود تا در کنار آن آسیب‌پذیری فردی و اجتماعی کاهش یافته و لذت از زندگی در دنیای مدرن افزایش یابد. توسعه پایدار، زمینه مهمی است که به پنج مورد از این

چالش‌ها مربوط می‌شود. همچنان که جوامع به دنبال روش‌هایی برای رسیدن به شرایط پایدار در محیط زیست هستند، مهندسان باید روش‌هایی برای تهیه آب سالم، انرژی خورشیدی اقتصادی، انرژی از گداخت هسته‌ای و توسعه روش‌هایی برای حذف دی‌اکسیدکربن از جو زمین را ابداع کنند. مهندسانی که با پزشکان و پژوهشگران پزشکی کار می‌کنند، می‌توانند سلامت بشر را با توسعه روش‌های بهتری برای گردآوری، تحلیل و تبادل اطلاعات مربوط به تندرستی بشر و طراحی داروهای مؤثرتر، بهبود بخشند. مهندسان همچنین باید برای پیش‌بینی و مقابله با بلایای طبیعی، جلوگیری از استفاده نادرست از فناوری‌های قدرتمند و فقدان ایمنی در دنیای مجازی، روش‌هایی را ابداع کنند و به این ترتیب میزان آسیب‌پذیری بشر را کاهش دهند. سرانجام مهندسان باید ظرفیت‌های بشر و لذت از زندگی را با روش‌هایی چون بهبود روش‌های یادگیری فردی و ساختن ابزارها و وسایلی که اکتشافات علمی را بهبود می‌بخشد، ارتقا دهند.

هیچ‌یک از این چالش‌ها را نمی‌توان بدون یافتن روش‌های غلبه بر موانعی که برای دسترسی به آنها وجود دارد، به انجام



شکل ۲- مهندسی معکوس مغز

رساند. به عنوان مثال، راه‌حل‌های مهندسی باید همواره با توجه به مسائل اقتصادی طراحی شوند. از این رو، با وجود قوانین متعدد زیست محیطی، معمولاً فناوری‌های آلوده

کننده ارزان‌تر، بر فناوری‌های پرهزینه‌تر ولی سالم‌تر، ترجیح داده می‌شوند. مهندسان باید با موانع دشوار سیاسی نیز مقابله کنند. در بسیاری از نقاط جهان، گروه‌های کوچک دارای قدرت سیاسی که از سیستم‌های قدیمی بهره می‌برند، از افکار و حرکت‌های جدید جلوگیری می‌کنند. حتی در مواردی که هیچ گروهی سدراه پیشرفت نباشد، هزینه پروژه‌های جدید می‌تواند مانع اقدام شود؛ زیرا دستیابی به راه حل بسیاری از چالش‌های این قرن نیاز به سرمایه‌گذاری‌های زیاد دارد. تأمین منابع مالی لازم برای دستیابی به همه چالش‌های پیش رو، نیاز به مساعدت مردمی و سیاسی دارد.

مهندسان باید با دانشمندان، آموزشگران و دیگران دست به دست هم داده و آموزش علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات را تشویق کنند و بهبود بخشند و انتقال اطلاعات فنی به مردم را افزایش دهند. آموزشگران باید برنامه‌های آموزشی و روش تدریس خود را در جهت استفاده از روش‌های الکترونیکی یادگیری فردی، مورد بازنگری قرار دهند. پزشکان و کارکنان بیمارستان‌ها نیز باید روش‌های استفاده از سیستم‌های اطلاعات تندرستی را تغییر دهند و به تدریج تجویز متناسب با هر شخص را به کار برند.

بخشی از کار مهندسی، شناسایی روش‌هایی برای مشارکت بیشتر مصرف‌کنندگان در فناوری‌های نوین است. خلاصه اینکه، موانع دولتی، سازمانی، سیاسی، اقتصادی، فردی و اجتماعی به طور مکرر از پی‌گیری راه‌حل‌های مشکلات، جلوگیری به عمل خواهد آورد. در چنین شرایطی، مهندسان باید بتوانند همانند گذشته، روش‌ها و راه‌حل‌های خود را با نیازها و اهداف جامعه، پیوند بزنند و در این راه تمام افراد جامعه را در نظر بگیرند [۵].

شاید مشکل‌ترین چالش پیش رو، توزیع یکسان ثمرات مهندسی بین فقرا و اغنیاء، در اقصی نقاط عالم است. در دنیای امروز، بسیاری از دستاوردهای مهندسی به نحو غیر یکنواختی توزیع شده است. به عنوان مثال در حال حاضر حداقل یک میلیارد نفر از ساکنان زمین دسترسی به منابع آب سالم ندارند. میلیون‌ها نفر نیز در عمل فاقد هرگونه دسترسی به خدمات

مختلف، تا حدی متفاوت است. به عنوان مثال در کشور ما تأمین آب، مقابله با بلایای طبیعی مثل سیل و زلزله و بهداشت و درمان از اهمیت بیشتری برخوردار بوده و مواردی چون سامان دهی چرخهٔ ازت یا کسب انرژی از خورشید یا گداخت هسته‌ای، اهمیت کمتری دارند. به نظر می‌رسد که برنامه‌ریزان و آموزشگران مهندسی کشور باید پژوهش‌ها را بیشتر در زمینه‌هایی هدایت کنند که ضمن هم‌سویی با روند جهانی، مشکلات مهم‌تری را در سطح ملی، در اولویت قرار دهند. چالش‌های مهم مهندسی در سطح ملی و بین‌المللی باید در آموزش‌های مهندسی نیز منعکس شود. به دنبال رشد و گسترش جهانی شدن؛ در چند دههٔ گذشته، همگرایی قابل توجهی در سطح بین‌المللی، در مورد آموزش مهندسی ایجاد شده است [۵]. مراکز آموزش مهندسی برنامه‌های خود را به گونه‌ای تغییر و اصلاح می‌کنند که دانش آموختگان آنها، توانایی‌ها و شایستگی‌های شناخته شده در سطح جهانی را به دست آورند تا بتوانند در بازار جهانی مهندسی، حرفی برای گفتن داشته باشند [۶].

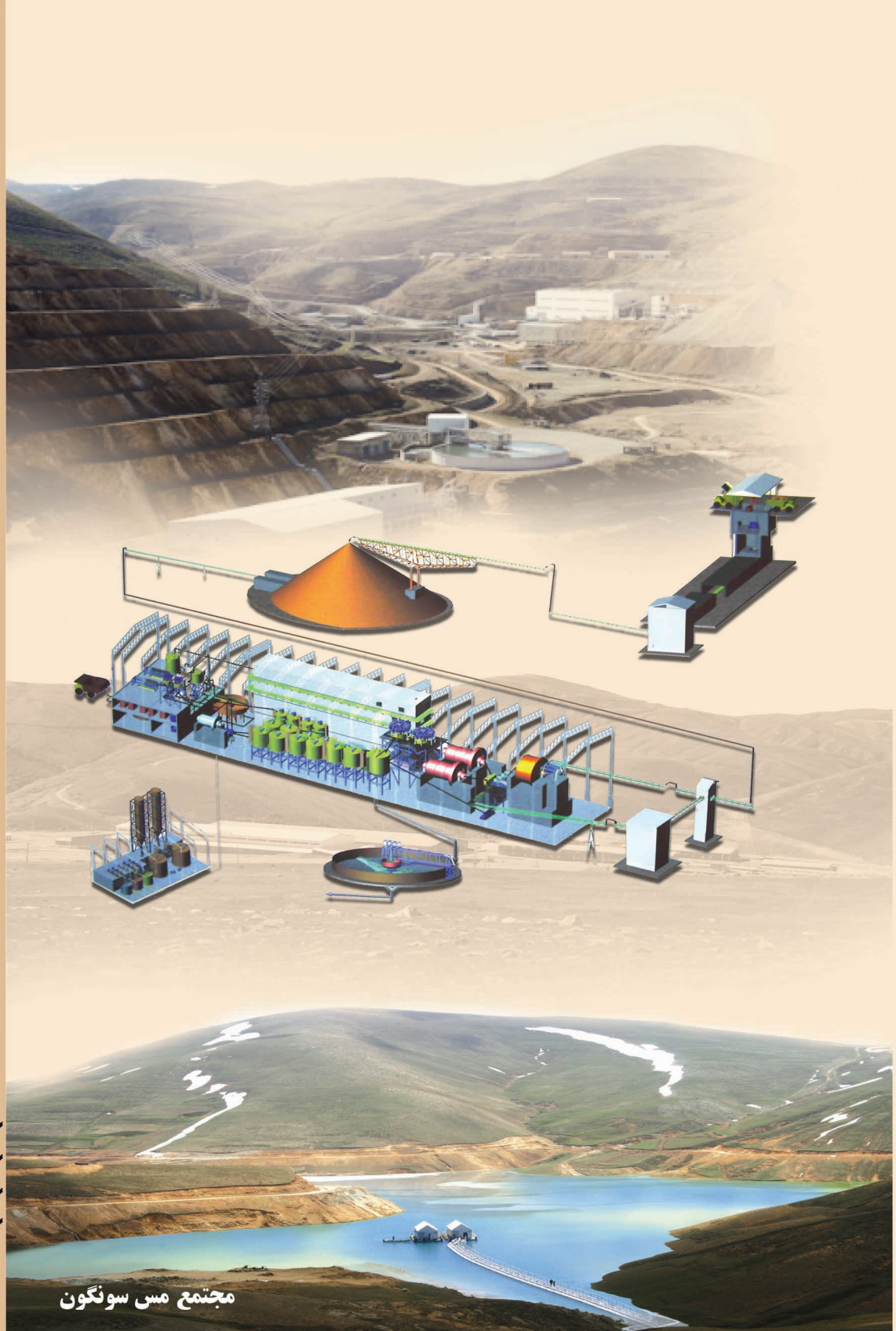
پزشکی هستند، چه رسد به اینکه بخواهند تشخیص و درمان شخصی را که پیش‌تر به آن اشاره شد، داشته باشند. حل مشکلات ایمنی دنیای مجازی و کامپیوتر برای بیشتر مردم جهان که از کمبودهای فراوانی رنج می‌برند، اهمیت چندانی ندارد. به نظر می‌رسد که تأمین پایدار غذا، آب و انرژی، محافظت از خشونت‌های انسانی، بلایای طبیعی و بیماری‌ها، دسترسی کامل به لذت‌یادگیری، ارتباطات و تفریحات، مهم‌ترین اهداف مشترک برای همهٔ ساکنان کرهٔ زمین باشد [۱ و ۶].

دستاوردهای مهندسی، دنیا را کوچک‌تر و مرتبط‌تر ساخته است. چالش‌هایی که مهندسان امروزه با آنها روبرو هستند دیگر مسائل محلی و پراکنده نیست، بلکه جهانی و وابسته به کل ساکنان زمین است. دستیابی به این چالش‌ها نه تنها جهان را از نظر فناوری پیشرفته‌تر و پیوسته‌تر بلکه آن را پایدارتر، ایمن‌تر، سالم‌تر و شادتر و به زبانی، محلی بهتر برای زندگی خواهد کرد [۱ و ۲].

به این نکته نیز باید توجه داشت که اهمیت چالش‌های در نظر گرفته شده برای مهندسی در قرن حاضر، در کشورهای

## منابع

- 1-NAE. 2008. Changing the Conversation: Messages for Improving Public Understanding of Engineering. Washington, D.C.: The National Academies Press.
- 2-NAE, 2011. National Academy of Engineering. Greatest achievements of the 21th century. <http://www.engineeringchallenges.org> (accessed Fed.2011).
- 3-Quebec bridge disaster. The Canadian Encyclopedia. <http://www.thecanadianencyclopedia.com/index.cmf?PgNm=ArchivedFeatures&Params=A2136>
- 4-Broughton E. 2005. The Bhopal disaster aftermath: a review. Columbia University, Mailman School of Public Health <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1142333/>(accessesMay2011)>.
- 5-NAE (National Academy of Engineering). 2004. The Engineer of 2020-Visions of Engineering in the New Century. Washington, D.C.: The National Academies Press.
- 6-Duderstadt, J. J. 2008. Engineering for a Changing World: A Roadmap tp the Future of Engineering Practice, Research, and Education. The Millennium Project. Available online at <http://milproj.umm.umd.edu/publications/> (accessed December19,2010).



- ✓ دستاوردهای دیروز مهندسی و چالش‌های فردا
- ✓ مجتمع مس سونگون
- ✓ گفت‌وگو با دکتر رامز وقار
- ✓ شرح و شرایط شغل مسئول فنی واحد کانه‌آرایی،  
فرآوری و متالورژی استخراجی

مجتمع مس سونگون