مجله آموزش مهندسی ایران، شماره ۱، جلد ۱، ص. ۲۹-۱

آموزش مهندسی و نیازها در ایران

پرویز دوامی

استاد مهندسی متالورژی دانشگاه صنعتی شریف

و عضو پیوسته گروه علوم مهندسی فرهنگستان علوم

۱. مقدمه

بررسی‌های انجام شده در باره علل توسعه و رشد اقتصادی و اجتماعی در کشورهای پیشرفته صنعتی و اخیراً در چند کشور نوصنعتی آسیای شرقی و حاشیه اقیانوس هند نشان می‌دهد که هر گونه نوسازی و اصلاح اجتماعی و اقتصادی فقط با استفاده از برنامه‌ریزی‌های هدفمند، جامع، آینده‌نگر، واقع‌گرا، فراگیر و پیوسته و تربیت نیروی انسانی ماهر و متخصص امکان‌پذیر است.

واقعیت این است که در نظام نوین اقتصادی، کشورهایی که بیش‌تر در زمینه‌های آموزشی و پژوهش سرمایه گذاری می‌کنند از امکانات بهتری برای رقابت با دیگران برخوردارند.

یک بخش اصلی از نیروی انسانی مورد نیاز هر جامعه پیشرفته، مهندسانی ماهر، متخصص، مسئول، باکفایت، 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 فن‌آوری 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 بهبود بهره‌وری، و تسریع رشد اقتصادی از راه افزایش توان تولید کشور بر عهده دارند [۱].

با توجه به تمدن کهن ایران، قدمت آموزش‌های فنی و مهندسی در کشور ما دارای پیشینه‌ای چندهزار ساله است. اشیای به‌جامانده 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 برنامه‌ریزی‌های توسعه‌ای در هزاره‌های دور دارد.

اگرچه آموزش‌های فنی و مهندسی کلاسیک در جهان با انقلاب صنعتی در اروپا همزمانی دارد، اما در کشور ما ایجاد آموزش و پرورش و آموزش عالی نوین به ۷۰ سال پیش برمی‌گردد. در این سال‌ها ایران یک کشور کشاورزی سنتی، متکی به دامپروری و تولید محصولات کشاورزی زراعی، و جامعه‌ای عقب‌مانده بود. در طول این مدت، برنامه‌ریزی‌های آموزشی و پرورشی و آموزش عالی همواره توسط نهادهای دولتی انجام گرفته است. در طی این سال‌ها توسعه کیفی خوب کمی عظیمی در توانایی‌ها و ظرفیت‌های آموزش مهندسی و دانشگاهی کشور به‌وجود آمده، به گونه‌ای که در حال حاضر دانشگاه‌های ما با ۱/۴۰۰/۰۰۰ دانشجو و دربرگیری بالای ۸۰ درصد از ظرفیت‌های پژوهشی کشور، طیف وسیعی از توانایی‌ها و استعدادهای نیروی جوان کشور را در اختیار دارند. با توجه به ارتقای سطوح فن‌آوری در کشور در طی سال‌های گذشته، چنانچه بستر و فضای مناسب برای این نیروی جوان فراهم گردد می‌تواند ظرفیت‌های کارآفرینی جامعه ما را به‌سرعت ارتقا دهد.

۲. آموزش مهندسی و نیازها

مهندسی یا دانش علمی، عبارت از شناختی است که انسان از آن بهره‌برداری عملی می‌کند و آن را در سازندگی جامعه خویش به کار می‌بندد. فن‌آوری یا 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 فن‌آوری و مهندسی وجود ندارد و در هر دو، هدف، استفاده از دانش بشری در حل مسائل و نیازهای واقعی اجتماعی و انسانی است. لذا چنانچه استفاده از دانش و فن‌آوری دارای پیوندهای هدفمند با نیازها و مسائل جامعه نباشد 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 خلاقیت‌ها است 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 پدیده‌ها است که با توجه به علم و هنر صورت می‌گیرد.
- مهندسی قابلیت طراحی، برنامه‌ریزی هدفمند و مدیریت یک فعالیت تولیدی است.
- مهندسی عبارت است از کاربرد اقتصادی علوم برای حل مسائل جامعه [۲].

همان‌طوری که از جملات فوق استنباط می‌شود، هدف حوزه مهندسی، مشارکت در برنامه‌ریزی در جهت توسعه به‌منظور تأمین نیازهای واقعی جامعه است که در آن، به علم یا دانشمندان، مهندسان و فن‌آوران، یعنی دارندگان اندیشه و هنر یا همان صنعتگران ماهر و هنرمند به‌طور یکسان توجه شده است. اندیشه و تجربه دارای جایگاه و ارزش مشابهی در فعالیت‌های مهندسی بوده و در کنار هم و به‌صورت گروهی، راهگشای مسائل و مشکلات جوامع در حیطه‌های فنی و مهندسی هستند.

از سال ۱۳۲۷ که اولین برنامه‌ریزی جامع توسعه در ایران طراحی گردید در اکثر قریب به اتفاق برنامه‌ها، صنعت یکی از شاخص‌ترین محورهای زیربنایی توسعه در اقتصاد ایران بوده است. یکی از مهم‌ترین دستاورد این برنامه‌ها وجود صنایع متعدد، حجم عظیمی از امکانات سخت‌افزاری، مراکز آموزش فنی و حرفه‌ای، دانشگاه‌های مهندسی و طیف وسیعی از استعدادها، تخصص‌ها و ظرفیت‌های فنی و مهندسی و مدیریتی بالا در کشور است. به هر حال این یک واقعیت است که توسعه آموزش عالی در کشور تاکنون نتوانسته است متناسب با این ظرفیت‌های بالای فیزیکی و انسانی محقق گردد.

مقایسه میزان رشد صنعتی و وضعیت اقتصادی کشورمان با کشورهای نوصنعتی، نظیر مالزی، کره جنوبی، سنگاپور، چین و برزیل که نظام برنامه‌ریزی مدرن آن‌ها دیرتر از ما آغاز شده گویای آن است که کشور ما در حال حاضر در وضعیت بسیار نامطلوب‌تری از آن‌ها قرار دارد. ایران هنوز وابسته به اقتصاد تک‌محصولی نفت است و بیش از ۵۰ درصد از درآمدش صرف خرید کالاهای اساسی کشور می‌گردد.

مقایسه ایران با یکی از کشورهای فوق یعنی کره جنوبی نشان می‌دهد که در سال ۱۳۴۱ درآمد

سرانه ایران ۱۱۲ میلیون دلار و میزان صادرات آن ۱۱۵ میلیون دلار بوده، در حالی که مقادیر مشابه برای این کشور به‌ترتیب ۸۰ دلار و ۵۵ میلیون دلار بوده است. این مقادیر برای این کشور در حال حاضر به حدود ۱۰/۰۰۰ دلار و ۱۰۰ میلیارد دلار افزایش یافته است.

کره کشوری است مدرن، پویا و پنجمین کشور تولیدکننده خودرو در جهان. صنایع الکترونیک این کشور بیش از ۲۰ درصد بازار نیمه رساناها را که توسط فن‌آوری‌های پیشرفته تولید می‌گردند در اختیار دارد. تأکید اصلی کره در برنامه‌های توسعه اقتصادی و صنعتی خود آموزش‌های عالی علوم و فن‌آوری است و نشان داده کشورهای کوچک که دارای منابع مالی نیز نیستند می‌توانند با سرمایه گذاری در آموزش نیروی انسانی خود به درجات بالایی از رشد اقتصادی نایل آیند.

بهره‌وری پایین در اکثر فعالیت‌های جاری کشور به‌ویژه در بخش‌های صنعت، معدن و کشاورزی و آموزش عالی، نرخ نازل رشد تولید ناخالص ملی، درآمد سرانه پایین در مقایسه با بسیاری از کشورهای نوصنعتی، نرخ بالای تورم و بیکاری و مشکلات بسیار دیگر، آینده آموزش عالی و صنایع کشورمان را در پرده‌ای از ابهام قرار داده است.

مطالعات انجام یافته توسط پژوهشگران ایرانی نشان می‌دهد برنامه‌ریزی‌های توسعه‌ای در ایران در ۵۰ دهه گذشته به استثنای مواردی چند، به‌صورت جامع و واقع‌گرایانه، خودجوش، و متناسب با نیازهای حقیقی جامعه ایران طراحی و به اجرا گذارده نشده‌اند، بلکه برنامه‌ریزی‌ها بیش‌تر تحت فشارهای جناحی و سیاسی و منبعث از نظرهای مدیران ارشد سیاسی و اقتصادی انجام گرفته است، و همه عوامل توسعه و اجزای اجتماعی، فرهنگی، سیاسی و اقتصادی آن به‌صورت‌های متوازن و هماهنگی و درکنار هم دیده نشده‌اند، به گونه‌ای که یک تغییر جزئی در هر یک از این اجزاء آثار تعیین‌کننده‌ای بر دیگر تصمیم‌گیری‌ها به‌جای گذارده است. درکنار مسائل طراحی و برنامه‌ریزی، ما با مشکلات جدی در اجرا نیز روبه‌رو بوده‌ایم.

با توجه به مطالب فوق، ساختار نظام آموزشی کشور نیز با مشکلات بسیاری مواجه بوده و در برنامه‌ریزی‌های انجام یافته محدودیت‌های زیادی در زمینه ارتباط‌دهی نیازهای اجتماعی و صنعتی کشور با فعالیت‌های آموزش فنی و مهندسی وجود داشته است. به‌دلیل نبودن اطلاعات و آمار دقیق در زمینه نیازهای نیروی انسانی بخش صنعت و عدم ارتباط ارگانیک بین بخش‌های متولی صنعت و آموزش فنی و مهندسی درکشور، همواره ما با مشکلات نیروی انسانی چه از نظر کیفی و چه از لحاظ کمی روبه‌رو بوده‌ایم. گذشته از جنبه‌های کیفی و از نظر کمی نیز در برخی از

حوزه‌های مهندسی نظیر تکنولوژیست، مهندس کامپیوتر، طراح سیستم، برنامه‌نویس، تکنولوژیست علوم، مهندسان پژوهش و خدمات آزمایشگاهی، خدمات تجارتی، خدمات مهندسی، و مهندسی مواد غیرفلزی با کمبود نیرو و در برخی موارد نظیر ریخته گری با مازاد نیروی کار مواجهیم.

بر اساس شاخص‌های توسعه صنعتی، معیار تخمینی نیروی کار در زمینه‌های مهندسی تعداد مهندسان بر هر ۱۰۰۰۰ نیروی کارگری است. در فن‌آوری‌های سنتی این نسبت در کره جنوبی حدود ۳۵ بر ۱۰۰۰۰ نفر، و در ایالات متحده امریکا و ژاپن حدود ۱۲۰ تا ۱۵۰ بر ۱۰۰۰۰ نفر است.

آمار سال ۱۳۷۲ جامعه ریخته گران ایران نشان می‌دهد این نسبت در صنایع ریخته گری کشور بالای ۴۰۰ نفر بر ۱۰۰۰۰ نفر بوده است. این مثال واقعی نشان می‌دهد که ما منابع محدودمان را به‌دلیل کمبودهای برنامه‌ریزی‌های توسعه‌ای به شکل مطلوب تخصیص نداده‌ایم. مهندسانی که با صرف هزینه بالایی آموزش دیده‌اند در مکان‌هایی به کار گمارده می‌شوند که مهارت‌های لازم را برای انجام‌دادن آن وظایف کسب نکرده‌اند. وضعیت آموزش‌های فنی و حرفه‌ای نیز علی‌رغم سرمایه گذاری ملی بالا و تلاش زیادی که در این زمینه‌ها می‌شود به‌دلیل مسائل اجرایی با مشکلات زیاد همراه است.

یکی از تنگناهای توسعه در ایران آن است که طرح‌ها در جریان اجرا تحت نظارت کافی قرار ندارند و نتایج کاربردی آن‌ها نیز به درستی ارزیابی نگردیده و مستندسازی نشده‌اند. از حلقه‌های مفقوده توسعه صنعتی در ایران کمبود نیروی کار در سطوح کاردانی و تکنسینی است، به گونه‌ای که در بیش‌تر موارد این خلاء توسط مهندسانی پر می‌شود که برای این گونه فعالیت‌ها آموزش‌های لازم ندیده‌اند. یکی از تضادهای اصلی بین آموزش‌های مهندسی در دانشگاه‌های کشور و نیازهای صنایع ما از همین واقعیت ناشی می‌گردد. ما در ایران آمار و اطلاعات کافی و منتشر شده در زمینه عملکرد مؤسسات فنی و حرفه‌ای در دست نداریم، اما واقعیت آن است که اکثر این فارغ‌التحصیلان جذب صنایع کشور نشده، به کارهای غیرفنی وارد می‌شوند. در سال ۱۳۵۷ یکی از مدیران صنایع بزرگ ریخته گری ایران شادروان مرحوم آزادیان مشکل عدم جذب این‌گونه تکنسین‌ها به کارخانه خود را با من مطرح و پیشنهاد کرد پس از استخدام تعدادی از دیپلمه‌های غیرفنی در شرکت آن‌ها، برنامه آموزش و کارورزی ضمن کار ۶ ماهه‌ای را طراحی کنم. نکته

جالب آن که از ۶ نفر دیپلمه طبیعی و ریاضی که در کارخانه این دوره را طی کردند چهار نفر آنان بعد از گذشت ۲۰ سال هنوز در خدمت شرکتند و یکی از آن‌ها به‌نام آقای راست‌کردار بهترین تکنسینی است که من در طول عمر حرفه‌ای خود دیده‌ام.

این مثال نشان می‌دهد در صورتی که آموزش‌های فنی و مهندسی با همکاری و در ارتباط با نیازهای واقعی صنعت طراحی شوند، نتایج ارزشمندی خواهند داشت. یکی از راه‌های حل مشکل آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و حتی مهندسی در دانشگاه‌های کشور ما آن است که بر حسب نیاز صنایع و با مشارکت آن‌ها - چه از نظر برنامه‌ریزی و چه از لحاظ حمایت‌های مالی - آموزش‌ها به‌صورت هدفمند انجام شود و فارغ‌التحصیلان نیز متعهد باشند چند برابر طول دوران تحصیل خود را در خدمت صنایع حمایت‌کننده فعالیت کنند. این روش هم‌اکنون در بسیاری از کشورهای اروپایی متداول است و حیطه آن به دوره‌های دکتری نیز توسعه یافته است. این تمهیدات نه فقط بار مالی آموزش را از بودجه دولت حذف خواهد کرد، بلکه نظام آموزش‌های فنی و مهندسی را نیز با نیازهای صنایع بهتر منطبق می‌سازد. از مشکلات صنایع امروز ما، عدم تعهد کارکنان فنی شرکت‌ها به اشتغال درازمدت در سازمان‌هایی است که در آن‌ها استخدام می‌شوند. کوتاه‌بودن عمر کاری متخصصان در صنایع ایران که متأسفانه بسیار نیز رایج است، از مشکلات ارتقای سطوح فن‌آوری در صنایع ما محسوب می‌شود. اصولاً صنایعی که با مشکل ورود و خروج سریع کارکنان فنی خود مواجهند، امکان جذب، راهبری و بهینه‌سازی فن‌آوری‌های پیچیده را که دارای ارزش افزوده بالاتری نیز هستند ندارند. در ژاپن هرگز کارکنان شرکت‌های خارجی مجاز به ترک مؤسسات خود نیستند و در صورتی که دلایل کافی برای این کار داشته باشند پس از کسب موافقت از شرکت خود می‌توانند با حقوقی کم‌تر از ۱۰ درصد حقوق قبلی به استخدام شرکت‌های دیگر درآیند. استخدام کارکنان صنایع در مراحل شروع تحصیلات فنی و مهندسی هنرجویان و دانشجویان مجوزی برای دریافت تعهد از آن‌ها و در نتیجه حفظ این نیروها در درازمدت است.

یکی از تنگناهای توسعه‌ای در حوزه آموزش‌های فنی و مهندسی در ایران آن است که منابع اصلی درآمد کشور تا به حال از فروش نفت تأمین می‌شده و لذا دولت که وظیفه توزیع این منابع درآمدی را دارد خود به‌صورت بزرگ‌ترین کارفرما تبدیل شده و بیش از ۸۰ درصد منابع اقتصادی کشور را در اختیار دارد. با توجه به این نکته، نظام آموزش‌های فنی و مهندسی در کشور نیز از یک ساختار دولتی تبعیت کرده است و اولویت‌ها تا کنون بر اساس نیازهای صنایع دولتی تعیین شده‌اند. اما با

کاهش درآمدهای نفت در آینده، نقش دولت دگرگون خواهد شد و چنانچه مدیران صنایع بخش خصوصی علاقه‌مند و متعهد به توسعه ملی باشند و بستر مناسب برای فعالیت‌های آنان نیز فراهم گردد، تحول اساسی در توسعه کشور رخ خواهد داد. ارزیابی برخی از صنایع غیردولتی که در دو دهه گذشته در ایران به‌وجود آمده‌اند نمی‌تواند به‌عنوان الگوی مطلوبی برای صنایع بخش خصوصی شمرده شود؛ زیرا با توجه به محدودیت شدید ارزی، تشکیل این‌گونه صنایع که با ارز بادآورده به‌وجود آمده‌اند دیگر میسر نخواهد بود. چنانچه کشور گزینه اقتصاد خود را برای رشد متوازن با دیگر کشورهای تازه صنعتی شده با توجه به نبود منابع و امکانات درآمدی کافی در آینده قرار دهد، لاجرم باید برای تأمین این منابع و مهم‌تر از آن، دستیابی به فن‌آوری‌های نو و بازارهای جدید به فضاسازی برای سرمایه گذاری‌های خارجی بپردازد. طبیعی است که این تغییرات، نظام آموزش مهندسی کشور را نیز با تحولات بسیاری روبه‌رو می‌کند و مطابق با هر یک از این گزینه‌ها باید الگوی خاصی برای نظام آموزش‌های فنی و مهندسی در کشور طراحی کرد.

سهم بخش تعاون در ایجاد صنایع کوچک بومی با فن‌آوری‌های پیشرفته در آینده بسیار تعیین‌کننده خواهد بود. نیروی محرکه اصلی در این راستا چگونگی طراحی یک نظام آموزشی هدفمند توسط نهادهای آموزش عالی کشور است.

۳. الگوهای آموزش مهندسی در ایران

همان‌طوری که گفته شد حرفه مهندسی با تکیه بر حل مشکلات جهان یا جامعه تأکید دارد و لذا با تغییر نیازهای جوامع این حرفه نیز باید متحول و هماهنگ شود. این یک واقعیت است که در نظام نوین اقتصاد جهانی، کشورهایی که بیش‌تر در زمینه‌های آموزش و پژوهش سرمایه گذاری کنند از امکانات و قابلیت‌های بیش‌تری برای رقابت با دیگران برخوردارند. تجربه بسیاری از کشورهای نوصنعتی این واقعیت را به اثبات رسانیده است. همچنین برای کشورهایی که به رشد اقتصادی به‌مراتب سریع‌تر از اقتصاد بالغ شده کشورهای غربی نیاز دارند. وجود افراد آموزش‌دیده و پژوهشگر بسیار حیاتی است [۳].

امروزه آموزش‌های فنی و مهندسی در کشورهای توسعه‌یافته و ارتباط صنعت و دانشگاه با شتابی همپایه با توسعه فن‌آوری در حال دگرگونی و تحول است. تحولات شگرف و سریع فن‌آوری، چندقطبی شدن جهان، تولید قابل انعطاف، اتوماسیون، کاربرد گسترده فن‌آوری

اطلاعاتی در صنعت، تولید محصولات قابل رقابت در بازارهای جهانی، اقتصاد بدون نفت و بسیاری از تحولات دیگر، صنایع و نظام آموزش‌های فنی و مهندسی ما را در آینده با چالش‌های سختی مواجه می‌سازد و فرصت‌های بسیار گرانبهایی را از ما خواهد گرفت.

سؤال بزرگ برای همه ما آن است که آیا آینده کشور ما برای نسل‌های آتی، عصر وعده‌های بزرگ خواهد بود؟

توسعه صنایع در ایران در گذشته بیش‌تر با هدف رشد سریع درآمدها، و اشتغال‌زایی صورت می‌گرفته که حاصل آن، انباشت حجم عظیمی از ساختمان‌ها و ماشین‌آلات صنعتی است که بهره‌وری بسیار پایین دارند. در گذشته، منظور از توسعه بیش‌تر افزایش این امکانات فیزیکی بوده و توسعه به صورت فراگیر که منبعث از نیازهای ملی، یعنی نیازهای اقتصادی، فرهنگی، اجتماعی و سیاسی باشد انجام نشده است. طراحی نظام آموزشی کشور جزئی از برنامه‌ریزی جامع توسعه اقتصادی، فرهنگی، اجتماعی و سیاسی کشور است.

با توجه به آن‌که این‌گونه برنامه‌ریزی‌ها نیازمند تغییر و بازسازی است، نظام آموزشی کشور نیز یک سیستم دینامیکی است که با تغییر نیازهای جامعه باید متحول گردد. برای ورود به این مبحث، ابتدا نیازهای صنعت از آموزش مهندسی را مشخص می‌کنیم و سپس بر اساس الگوهای فرضی جامع توسعه، وضعیت آموزش مهندسی را در چهارچوب مفهومی بررسی خواهیم کرد.

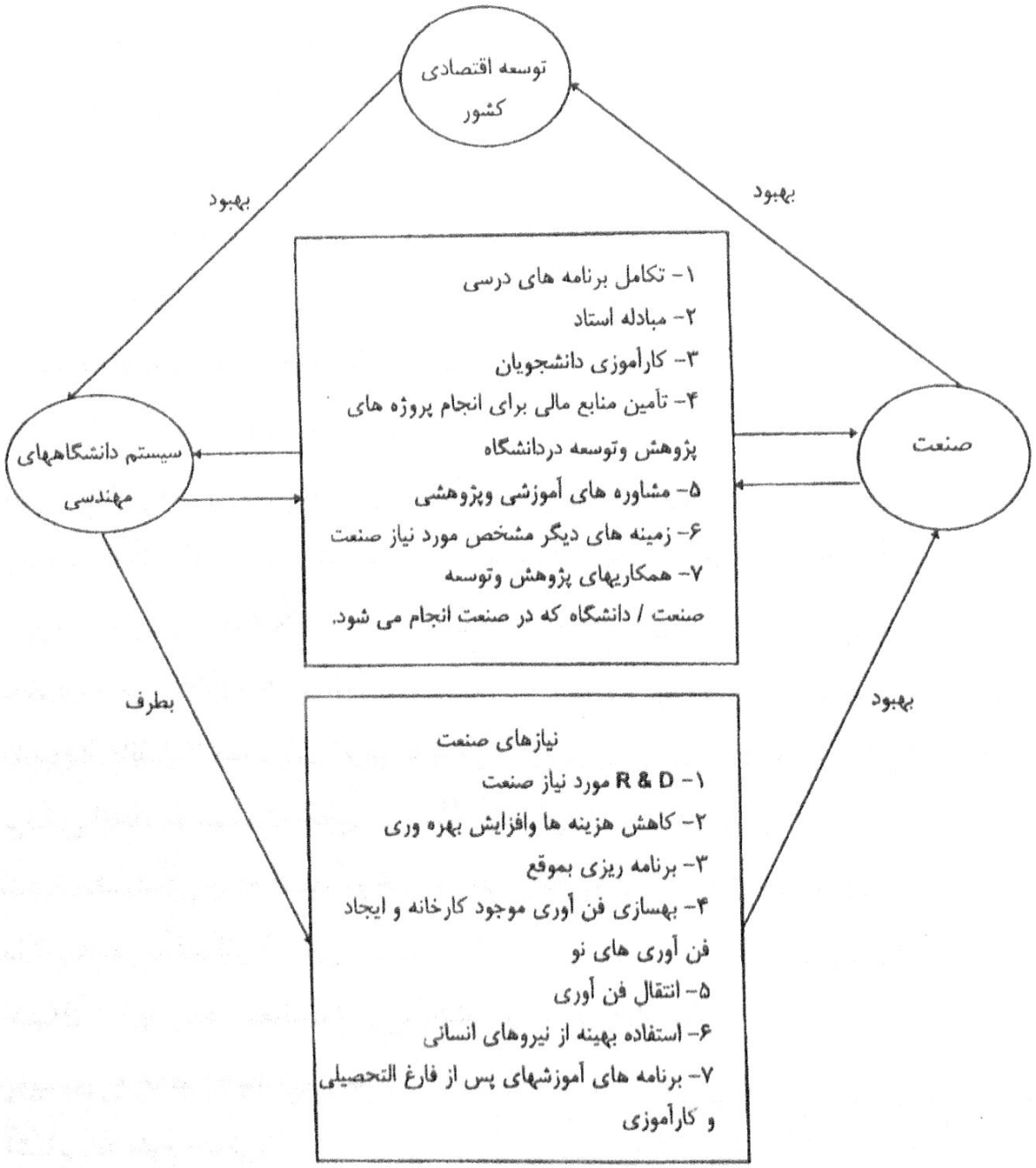
به‌منظور روشن شدن ارتباطات صنعت و دانشگاه ابتدا لازم است مدلی برای این ارتباط طراحی گردد. در شکل ۱ چنین مدلی برای وضعیت موجود صنایع کشور و نیازهای آن در حوزه آموزش‌های مهندسی ارائه شده است. همان‌طوری که در این مدل دیده می‌شود نیاز اصلی صنعت و مهم‌ترین انتظار آن از دانشگاه‌ها، آموزش مهندسانی است که با نیازهای صنایع هماهنگی لازم را داشته باشند.

به‌طور کلی آموزش مهندسی باید اهداف زیر را تأمین کند:

۱. آگاهی از شالوده مبانی علمی و تسلط یافتن بر دانسته‌های بنیادی،

۲. آگاهی از روش‌های مهندسی (تجزیه، تحلیل، محاسبات، مدل‌سازی، طراحی و بررسی‌های تجربی) و اعمال تجربه به منظور به کارگیری آن‌ها،

۳. آگاهی از فشارهای حاصل از عوامل اقتصادی و اجتماعی در روابط با سیستم‌های مهندسی، حساسیت نسبت به مسئولیت‌های حرفه‌ای، داشتن قابلیت سازماندهی و ارائه ایده‌ها،



شکل ۱ مدل پیشنهادی ارتباط صنعت / دانشگاه بر اساس وضعیت موجود صنایع ایران

۴. گسترش الگوی حرفه‌ای مهندسی در جامعه و اقدام به فعالیت‌های لازم.

مشخصات کلی مهندسانی که بتوانند نیازهای صنایع را در حال حاضر و سال‌های آتی نزدیک برآورده سازند به قرار زیر است.

خصوصیات فارغ‌التحصیل رشته مهندسی

به‌عنوان یک راهنما برای تدوین مضامین دوره آموزشی جدید در مدارس مهندسی، خصوصیات

یک فارغ‌التحصیل مهندسی عبارت است از:

۱. پایه قوی در علوم پایه، ریاضیات و اصول مهندسی،

۲. قابلیت در به کارگیری اصول فوق در حل بسیاری از مسائل واقعی،

۳. داشتن دانش و تجربه در انجام‌دادن روش‌های آزمایشی،

۴. داشتن دانش بالا در تکنولوژی‌های مربوط به تخصص خود،

۵. پیدا کردن مهارت زیاد در ارتباطات و تبادل‌نظرهای کتبی و شفاهی،

۶. آشنایی با اصول تجارت و شرکت‌ها،

۷. داشتن احساس مسئولیت اجتماعی، اخلاقی، سیاسی و انسانی،

۸. دارابودن دیدگاه تاریخی و اجتماعی در خصوص آثار تکنولوژی بر جامعه و طبیعت،

۹. دار بودن تصویری هماهنگ از شاخه‌های مختلف مهندسی،

۱۰. داشتن روحیه خلاق و هوشمند،

۱۱. دارابودن قابلیت انعطاف در تغییرات شغلی،

۱۲. توانایی اتخاذ تصمیمات خطیر در مسائل بحرانی،

۱۳. اشتیاق همیشگی و علاقه به آموختن در طی زندگی،

۱۴. دارابودن فرهنگ کار گروهی،

۱۵. اشتیاق به انجام‌دادن فعالیت‌های پژوهشی و ایجاد زمینه آن،

۱۶. پایبندی به حفظ محیط زیست،

۱۷. آشنایی با علوم حیاتی،

۱۸. درک ارزشهای فرهنگی و هنری.

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

بررسی این خصوصیات ۱۸ گانه با آنچه امروز فارغ‌التحصیلان دانشگاهی دارند، نشانگر آن است که فرهیختگان دانشگاهی ما با توجه به مشابهت استاندارد دانشگاه‌های ما با دانشگاه‌های غربی دارای زیربناهای دانشی قوی در علوم پایه، ریاضیات و اصول مهندسی هستند. مؤید این امر، موفقیت‌های عالی دانش‌آموزان ما در المپیادهای علمی جهانی و سهولت جذب

فارغ‌التحصیلان رشته‌های مهندسی در صنایع و مؤسسات آموزش عالی کشورهای پیشرفته و صنعتی غربی است.

از میان این خصوصیات، فارغ‌التحصیلان ما در ویژگی ۱، ۲، ۷، ۱۰ و ۱۵ از شدت و ضعف‌های متفاوتی - بسته به خصوصیات فردی و اکتساب شده از فضاهای مختلف موجود در دانشگاه‌های کشور - برخوردارند، اما در زمینه‌های دیگر با کمبودهای زیادی روبه‌رو هستند. به نظر می‌رسد با توجه به نیاز صنایع کشور، این کمبودها بر حسب اولویت به قرار زیر است:

۱. اشتیاق همیشگی و فرهنگ آموختن در طی زندگی. مهم‌ترین رسالت دانشگاه آن است که فرهنگ خودآموزی را در دانشجویان تقویت کند.

۲. داشتن فرهنگ کارگروهی. حل مسائل صنعتی به علت ماهیت چندبعدی آن فقط از طریق کار گروهی امکان‌پذیر است.

۳. اشتیاق به انجام‌دادن فعالیت‌های پژوهشی و ایجاد زمینه آن. در آینده یکی از وظایف اصلی مهندسان، مشارکت در فعالیت‌های پژوهشی در شرکت‌ها است و لذا جایگاه پژوهش در دانشگاه‌ها در آینده از اهمیت بیش‌تری نسبت به آموزش برخوردار خواهد بود. علت اصلی این تغییر، تحولات عمیق در روش‌ها و امکانات آموزشی در آینده است، به گونه‌ای که خودآموزی و آموزش به کمک تکنولوژی‌های چندمنظوره، جایگزین روش‌های سنتی آموزش خواهد شد.

۴. دارا بودن مهارت زیاد در ارتباطات و تبادل نظرهای کتبی و شفاهی. اصولاً در دانشگاه‌ها در این باره که یکی از پیش‌نیازهای موفقیت مهندسان در فعالیت‌های مهندسی و مدیریتی، وجود یک برنامه به‌خصوص از دیدگاه‌های تجاری است وجود ندارد.

۵. برخورداری از توان اتخاذ تصمیمات خطیر در مسائل بحرانی.

۶. داشتن قابلیت انعطاف در تغییرات شغلی. در صنایع آینده مشاغل به‌سرعت تغییرماهیت می‌دهند و عمر آن‌ها بسیار کوتاه خواهد شد.

۷. دارا بودن تصویری هماهنگ از شاخه‌های مختلف مهندسی. مرزهای بین رشته‌ای در مهندسی به‌تدریج کم‌رنگ می‌شود و لذا بسیاری از رشته‌ها در هم ادغام خواهند شد.

بسیاری از مدیران صنایع در ایران که خود زمانی در دانشگاه‌های کشور به تحصیل اشتغال داشته‌اند، نظام آموزش عالی را پاسخ‌گوی نیازهای امروز خود نمی‌دانند. اهم این نارضایتی را می‌توان به‌صورت کلی زیر فهرست کرد:

۱. تعهدپذیری مسئولیت‌های محول شده و کمبود انگیزه‌های حرفه‌ای در انجام‌دادن مناسب کارهای فنی و مهندسی،
۲. کمبود زمینه‌های شغلی و نداشتن شوق لازم در توسعه فعالیت‌های تجاری شرکت،
۳. علاقه‌مندی به تغییرمکان‌های شغلی قبل از آن‌که سازمان بهره‌وری کامل از آن‌ها به‌عمل آورد،
۴. عدم مشارکت کافی در فعالیت‌های گروهی شرکت،
۵. عدم قابلیت‌های کافی استفاده از دانش خود در حل مسائل واقعی،
۶. کمبود دیدگاه‌های مهندسی از دستاوردهای تجاری فعالیت‌های مهندسی. قسمت اعظم این نارضایتی از نبود بستر و فضای مناسب کاری برای مهندسان ناشی می‌گردد.

به‌طور کلی، حوزه‌های فنی و مهندسی را می‌توان از نظر وظیفه‌ای به دو قسمت تقسیم کرد: ۱) عملیات مهندسی که حوزه اصلی وظایف آن، طراحی محصول و فرایندهای تولید، سیستم‌ها، پژوهش و نوآوری است، ۲) حفظ و راهبری تولید و فن‌آوری. صنایع کشور ما در حال حاضر بیش‌تر نیازمند به گروه دوم است. وظیفه آموزش این گروه با انستیتوهای تکنولوژی، مدارس عالی فنی و مهندسی و دانشگاه جامع تکنولوژی، پژوهشکده‌ها و مؤسسات آموزش عالی وابسته به صنایع کشورمان است.

با توجه به گستردگی حوزه‌های فنی و مهندسی، امروزه بسیاری از کشورهای پیشرفته صنعتی جهان تقسیم‌بندی جدیدی را به‌شرح زیر برای مهندسان مشاغل در صنایع انجام داده‌اند.

۱. تکنولوژیست[۱]: فردی که تکنولوژی‌های کاملاً تثبیت یافته یا نو را در فرایندهای مهندسی و در تولید محصولات صنعتی به کار می‌گیرد.
۲. مهندس عملی یا طراح[۲]: فردی که علوم و تکنولوژی را در تکامل مهندسی نو از سخت‌افزار، نرم‌افزار و فرایندهای صنعتی به کار می‌گیرد.
۳. مهندس سیستم‌ها[۳]: کسی که تعیین‌کننده مشخصه طراحی گسترده برای سیستم‌های معقول تأمین نیازهای واقعی جامعه است.
۴. مهندس علوم[۴]: فردی که وظیفه گسترش علوم مهندسی را به منظور تهیه زیربنای تکنولوژی نو بر

---

۱ - Technologist
۲ - Practicing Engineer and Designer
۳ - Systems Engineer
۴ - Engineering Scientist

عهده دارد.

همان‌طوری که در این طبقه‌بندی ملاحظه می‌شود، 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. اصولاً گرایش ساخت و تولید یک نیاز بسیار اساسی صنایع موجود کشور است و این گرایش باید در دانشگاه‌های مهندسی و تکنولوژی کشور توسعه یابد. گرایش ساخت و تولید به‌صورت تلفیقی از دانشکده‌های صنایع - مکانیک - متالورژی و مهندسی مواد بیش از دیگر حوزه‌های ترکیبی دارای کاربرد در صنایع ایران است. گرایش‌های دیگر ترکیبی مورد نیاز صنایع ما عبارتند از: ۱) مهندسی صنایع و کامپیوتر ۲) مهندسی صنایع، مکانیک، متالورژی و کامپیوتر ۳) علم و مهندسی مواد، فیزیک، شیمی ۴) متالورژی و مکانیک.

مهندسان علوم بیش‌تر در بخش‌های پژوهشی به کار اشتغال دارند و وظیفه آن‌ها فعالیت در عملیات پژوهش و توسعه است. در کارخانجات کوچک و متوسط صنعتی، هدف بخش پژوهش و توسعه، بیش‌تر بهینه‌سازی فرایندهای تولید موجود کارخانه و حل مشکلات کوتاه‌مدت تولید برای افزایش بهره‌وری است، در حالی که در کارخانجات بزرگ که نیاز بیش‌تری به واحد پژوهش و توسعه دارند، هدف اصلی، توسعهٔ فن‌آوری‌های جدید، مواد و محصولات نو با ارزش افزوده بالا است. لذا جایگاه اصلی مهندسان علوم در وضعیت موجود صنایع کشور، سازمان‌های بزرگ صنعتی است. با ایجاد و توسعه صنایع پیشرفته در کشور نیاز، به مهندسان علوم در آینده بیش‌تر احساس خواهد شد و لذا در دانشگاه‌های مهندسی با توسعه فن‌آوری‌های چندمنظورهٔ آموزشی و شبکه‌های اطلاعاتی، پژوهش از جایگاه بالاتری نسبت به آموزش برخوردار خواهد بود.

تفاوت اصلی بین صنایع موجود در کشور ما با صنایع کشورهای پیشرفته صنعتی آن است که ما علی‌رغم برخورداری از امکانات سخت‌افزاری بالاتر، بهره‌دهی پایینی داریم. از علت‌های اصلی این تفاوت نبود فضای لازم و زیربنای تمدن صنعتی در کشور و قابلیت‌های تولید قابل انعطاف در صنایع ما است. آنها به سهولت می‌توانند در حداقل زمان از امکانات سخت‌افزاری خود در تولید قابل انعطاف و برای تولید محصولات متنوع استفاده کنند. صنایع ما باید ظرفیت‌ها و قابلیت‌های تولید قابل انعطاف خود را بعلت تنوع نیازهای بازار تقویت کند. وجود مهندسان عملی یا طراح به‌همراه توسعه نرم‌افزارهای کامپیوتری به منظور آنالیز شبیه‌سازی فرایندهای تولید صنعتی، برای توسعه این قابلیت‌ها در صنایع کشور بسیار ضروری است.

حلقه مفقود در صنایع کشور ما از نظر نیروی انسانی، کمبود استادکاران ماهر، تکنسین‌ها و تکنولوژیست‌ها است. یکی از مهم‌ترین تضادها بین صنایع و دانشگاه‌ها، آن است که مهندسان گروه ۱، ۲ و ۳ را به‌جای تکنولوژیست‌ها به کار می‌گمارند. از طرف دیگر، مدارس آموزش و تربیت تکنولوژیست‌ها که قبلاً در کشور ما تحت عناوین انستیتوهای تکنولوژی، مدرسه تکنیکم نفیسی و غیره وجود داشت تعطیل و چند دانشگاه تربیت تکنولوژیست نیز که در چهارچوب دانشگاه جامع تکنولوژی به‌وجود آمده‌اند به آموزش و تربیت مهندسان گروه ۱ تا ۳ می‌پردازند. در چنین شرایطی هم مهندسان ما نمی‌توانند آنچه را که آموخته‌اند در عمل به کار گیرند، هم آن‌که صنایع به اهداف خود نمی‌رسند و نتیجه نهایی، تنزل بهره‌وری در بخش‌های آموزش و صنایع کشور است.

همان‌طوری که قبلاً گفته شد، آموزش‌های مهندسی باید با توجه به نیازهای صنایع کشور طراحی و به اجرا گذارده شوند. اما سؤال اصلی آن است که این نیازها کدامند؟ صنایع ما در چهارچوب چه استراتژی و برنامه‌ریزی و برای تأمین چه اهدافی توسعه خواهند یافت؟ چه سازمان‌ها و افرادی برنامه‌ریزی توسعه صنایع کشور را طراحی خواهند کرد؟ اجرا و ارزیابی برنامه‌ها توسط کدام سازمان‌ها و نهادها انجام خواهد شد؟ آینده نسل جوان ما که نیاز به کار، مسکن و دیگر امکانات رفاهی دارد در این ارتباطات چگونه خواهد بود؟

برای توسعه صنایع دو مسیر اساسی وجود دارد:

۱. صنایع مبتنی بر فن‌آوری‌های سنتیِ متعلق به عصر انقلاب صنعتی، زور بازو، انرژی‌بر و با ارزش افزوده پایین و ناپایدار.

۲. صنایع مبتنی فن‌آوری‌های پیشرفته، طراحی کارخانه‌های سازگار با محیط زیست و تولید محصولات دارای ارزش افزوده بالا، یعنی صنایع پایدار و منطبق بر اصول توسعه پایدار و متعلق به هزاره سوم یا سال ۲۰۰۰. شالوده صنایع در کشور به‌جز چند استثنا نظیر تولید فیبر نوری، لامپ‌های کم‌مصرف و تعدادی از واحدهای کوچک صنعتی جدید که اخیراً تأسیس شده‌اند بر محور گروه یک قرار گرفته و توسعه آن‌ها نیز در همین راستا انجام می‌گیرد. در دو دهه گذشته، تلاش صنایع کشورهای پیشرفته صنعتی جهان در تعطیلی صنایع گروه اول و تمرکز آن‌ها بر صنایع گروه دوم بوده است. ورود کارخانجات دست دوم از غرب به کشور ما در سال‌های اخیر - که اقدامی معقول است - نشان از این تغییر نگرش صنایع غربی دارد و اقدامی در همین راستا است.

همان‌طوری که اشاره شد، محصولاتی که توسط صنایع گروه دوم تولید می‌گردند دارای ارزش افزوده بسیار بالاتری از محصولات تولیدی توسط صنایع گروه اول هستند و لذا دارای ظرفیت رقابتی بسیار بالاترند. به‌علاوه تولید آن‌ها نیاز کم‌تری به نیروی کار دارد، هزینه‌های پرسنلی‌شان ۱ تا ۵ درصد هزینه کل تولید است و به انرژی کم‌تری برای تولید محصولات صنعتی نیاز است. (شرکت تویوتا در راستای مفهوم خودرو پایدار انرژی لازم برای تولید خودرو خود را از سال ۱۹۷۰ تا ۱۹۹۲ تا ۷۵ درصد کاهش داده است و میزان بازیابی خودروهای از کار افتاده خود را به بالای ۹۰ درصد رسانده است) همچنین هزینه مواد اولیه مصرفی کم‌تر از ۵ درصد هزینه کل تولید است. این فن‌آوری وابستگی چندانی به منابع طبیعی جهان ندارد. تولید، بخشی از چرخه عمر محصول را تشکیل می‌دهد و استفاده از ضایعات، هدف اصلی است. تولید و کاربرد و بازیابی محصول پس از پایان چرخه عمر آن بر اساس مبانی زیست‌محیطی و نیز توسعه پایدار انجام می‌گیرد. در کشور ما و در تولید سیستم‌های مخابراتی از هر دو فن‌آوری سنتی یعنی سیم‌های مغزفولادی با روکش مسی و فیبر نوری به روش پیشرفته استفاده می‌شود. انرژی لازم برای تولید ۱ کیلوگرم فیبر نوری معادل انرژی لازم برای تولید ۲ تن سیم‌های مغزفولادی با روکش مسی است. نیروی کار، بازیابی محصول، مسائل زیست‌محیطی، رقابت‌پذیری بازار و غیره نیز بر شالوده صنایع متعلق به گروه دوم مبتنی است.

در ادبیات توسعه، صنایع گروه دوم به‌دلیل ویژگی‌های ذاتی آن به نام‌های مختلفی شناخته می‌شوند: صنایع مبتنی بر دانش، صنایع اندیشه مبنا، صنایع سازگار با محیط زیست، صنایع مبتنی بر فن‌آوری‌های ناشی از رقابت‌های بازار، صنایع پایدار، صنایع پیشرفته.

کشورهای جهان سوم - به تعبیر قدیمی آن - کشورهای جنوب - به بیان امروزی - با تغییر و گذر جهان از مرحله فن‌آوری‌های مبتنی بر زور بازو به فن‌آوری‌های سرمایه مبنا، همه امید خود را برای رسیدن به کشورهای ثروتمند و صنعتی جهان از دست داده‌اند، به گونه‌ای که فاصله بین این‌گونه کشورها با شتاب رو به تزایدی افزایش یافته است.

با طلوع فن‌آوری‌های دانش‌مبنا و ماهیت ذاتی دانش که چون آب زلال از بلندی‌ها به‌طرف سرازیری روان می‌شود و هر ملتی به فراخور بستری که برای آن فراهم می‌آورد می‌تواند از این هستی حیات‌بخش بهره‌مند گردد، تعداد اندکی از کشورهای توسعه نیافته با برنامه‌ریزی و تلاش و همت خود از این فضای ایجاد شده در جهت توسعه منابع اقتصادی خود بهره‌مند شدند و بسیاری

نیز در حسرت روزهای از دست رفته چشم به افق‌های آینده دوخته‌اند.

امروزه کشورهای جنوب بسیار کند در حال بیدار شدن هستند و در تحلیل آخر دریافته‌اند که آفرینش، چیرگی و بهره گیری از دانش و فن‌آوری، همان چیزی است که کشورهای پیشرفته صنعتی را از آن‌ها متمایز می‌کند و استاندارد هر ملت، به دانش و فن‌آوری بستگی دارد. شکاف عمیقی که در زمینه‌های اقتصادی و در قدرت نفوذ میان ملت‌های فقیر و غنی وجود دارد، در اصل، شکاف دانش و فن‌آوری است.

۴. مدلی برای توسعه صنعت در ایران

با توجه به آنچه گفته شد به‌نظر می‌رسد مطلوب‌ترین الگو برای توسعه صنعت در کشورهای در حال توسعه نظیر ایران، گزینه فن‌آوری‌های پیشرفته و توسعه صنایع جدید است. من در طی دو دهه گذشته همواره چنین مدلی را بهترین انتخاب ممکن برای کشورمان تصور می‌کردم و آن را تنها راه میان‌بری می‌دانستم که به کمک آن نه فقط می‌توان فاصله عقب‌ماندگی کشور را از کشورهای پیشرفته صنعتی کاهش داد، بلکه امید پیشی‌گرفتن از برخی از آنان را نیز در تخیل خود داشتم.

اما تجربه این سال‌ها نشان داده است چنین الگویی حداقل در یکی دو دهه آینده گزینه‌ای غیرقابل دسترس است. عوامل اصلی این واقعیت را می‌توان علت‌های زیر دانست:

۱. نبودن فضای لازم برای توسعه تمدن صنعتی در کشور،

۲. کمبودهای برنامه جامع توسعه سیاسی، فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی،

۳. نبود منابع مالی به‌ویژه ارزی برای توسعه صنایع پیشرفته در کشور،

۴. وجود محدودیت‌های اعمالی حاصل از سرمایه گذاری بالای کشور در صنایع موجود.

در مورد بند ۱ تا ۳ توضیحات مختصری در این نوشته قبلاً ارائه شده و برای تشریح قسمت چهارم لازم است طبقه‌بندی صنایع بر اساس پیشرفته‌بودن آن‌ها را بر اساس جدول ۱ بررسی کنیم.

همان‌طوری که در این جدول -که توسط اتحادیه کشورهای اروپایی تهیه شده - دیده می‌شود، درجه پیشرفته بودن صنایع از طریق میزان هزینه سالانه آن‌ها در زمینه پژوهش و توسعه تعیین می‌شود. مطالعه این جدول نشان می‌دهد که اکثر قریب به اتفاق سرمایه گذاری‌های انجام شدهٔ کشور نظیر آهن، فولاد، محصولات فلزی و فلزات غیرآهنی، و صنایع غذایی، خانگی، نساجی، پلاستیکی و لاستیکی در حوزه فن‌آوری سنتی است؛ ضمن آن‌که در این صنایع میزان اشاره شده در

مورد پژوهش و توسعه نیز سرمایه گذاری نشده است.

در مورد صنایع خودرو، اگرچه این صنعت در گروه‌های صنایع با پژوهش و توسعه متوسط بالا طبقه‌بندی شده، اما به درجاتی از توسعه‌یافتگی - حتی در حد کشورهایی نظیر کره جنوبی که در آن‌ها صنعت خودرو دیرتر از کشور ما آغاز شده است - نرسیده است. علاوه بر مسائل مربوط به برنامه‌ریزی‌های جامع اقتصادی در کشور، یکی از دلایل اصلی عدم توسعه مطلوب صنعت خودرو در ایران از این واقعیت ناشی می‌شود که این صنعت شدیداً تحت تأثیر و وابسته به صنایع دیگر کشور است و رشد مطلوب آن بدون توسعه صنایع دیگر با محدودیت‌های جدی روبه‌رو است، به گونه‌ای که بیش از ۱۰ برابر کارکنان شاغل در صنایع خودرو در صنایع جنبی به کار اشتغال دارند.

به‌دلایل متعدد ملی، بین‌المللی، اقتصادی و انسانی و با توجه به منافع نسل‌های آینده کشورمان ناگزیر به پذیرش مدل توسعه پایدار یا حداقل شکل مطلوب‌شده بومی آن، منطبق با قابلیت‌ها و توانمندی‌های موجود در کشورمان هستیم.

جدول ۱ - طبقه‌بندی صنایع بر اساس میزان فعالیت‌های پژوهش و توسعه (اروپا ۱۹۹۶ OECD)

* صنایع با پژوهش و توسعه بالا (۱۰ تا ۱۲ درصد ارزش تولید)
- هوافضا
- ماشین‌های اداری و محاسباتی
- رادیو، تلویزیون و دستگاه‌های ارتباطی
- محصولات دارویی
* صنایع با پژوهش و توسعه متوسط بالا (۳ تا ۶ درصد ارزش تولید)
- اجناس حرفه‌ای (شامل دستگاه‌های علمی و پزشکی)
- خودرو
- مواد شیمیایی (به استثنای مواد دارویی)
- ماشین‌های الکتریکی (به استثنای رادیو، تلویزیون و دستگاه‌های ارتباطی)
* صنایع با پژوهش و توسعه متوسط پایین (۰/۸ تا ۲ درصد)
- ماشین‌های غیرالکتریکی
- دستگاه‌های حمل و نقل دیگر

- کشتی‌سازی و بازسازی آن
- محصولات معدنی غیرفلزی
- فرایندهای تولید دیگر
- محصولات پلاستیکی و لاستیکی
- فلزات غیرآهنی

* صنایع با پژوهش و توسعه کم (۰/۲ تا ۰/۷ درصد)

- آهن و فولاد
- محصولات فلزی
- محصولات غذایی، آشامیدنی و تنباکو
- کاغذ و محصولات چاپخانه‌ای
- نساجی، چرم، البسه و ...
- محصولات چوبی و خانگی

قبل از پرداختن به الگوی توسعه صنعت پایدار بر اساس مدل توسعه پایدار باید این واقعیت را بپذیریم که در جهان و در قرن آینده، تحولات صنعت و فن‌آوری با شتاب رو به تزایدی انجام خواهد شد. طبیعی است این تغییرات، برنامه‌ریزی‌های ما را عمیقاً تحت تأثیر قرار خواهد داد و لذا کشورهایی که علاقه‌مند به توسعه منابع خود هستند باید ابتدا بستر لازم برای توسعه فرهنگ برنامه‌ریزی و آینده‌نگری را به‌وجود آورند.

عوامل اصلی مؤثر بر تغییرات صنعت و فن‌آوری در آینده به‌قرار زیر است:

۱. محیط اجتماعی و اقتصادی، خط مشی‌ها، سازمان و مدیریت در حال دگرگونی است.
۲. مشارکت در فعالیت‌های پژوهشی حتی برای شرکت‌های بزرگ نیز یک امر الزامی است.
۳. ارزانی اطلاعات و سهولت جابه‌جایی آن به‌جای انسان‌ها توسعه خواهند یافت.
۴. جهان سوم به اقتصاد جهانی منظم خواهد شد.
۵. چه چیزی مایه ثروت است

قدرت خرید و نقدینگی؟

ثروت زاییده طبیعت است؟

ثروت از نیروی کار انسان است؟ منبع ثروت دانش است، چنانچه به کار افزوده گردد، نتیجه

آن بهره‌وری است.

۶. کارگر ارزان عامل رقابتی نیست و لذا روی گردانی مدام از صنایع نیروبر به سوی صنایع دانش‌بر به چشم می‌خورد.

۷. تبدیل صنایع از حالت «مواد خام‌بر» بر «دانش‌بر».

۸. تبدیل شرکت‌های بزرگ و کوچک به متوسط (۵۰ تا ۲۰۰ نفر).

۹. توجه به مشتری و شناخت عمیق بازار.

۱۰. فن‌آوری‌ها به گونه‌ای به هم پیوسته می‌شوند که تفکیک آن‌ها از هم مشکل می‌گردد.

۱۱. توجه خاص به آموزش مدیران فن‌آوری.

۱۲. رشد بسیار سریع فن‌آوری (فن‌آوری‌های مبتنی بر دانش).

۱۳. توسعه سریع تکنولوژی اطلاعات و کامپیوتر.

۱۴. پیچیدگی‌های اقتصادی جهانی و اولویت ملاحظات اقتصادی بر مسائل سیاسی.

۱۵. ضرورت توجه به مسائل ریست‌محیطی.

۱۶. محدودیت‌های مواد و بازیابی آن‌ها در آینده.

۱۷. مسائل انرژی و محیط زیست.

۱۸. تغییر بافت فرهنگی جوامع.

۱۹. افزایش جمعیت، تغییر نیازهای جوامع.

۲۰. تغییرات ماهیت نوآوری با زمان (فردی به گروهی).

۲۱. تغییر جامعه صنعتی به جامعه اطلاعاتی.

۲۲. تبدیل تکنولوژی تحکم‌آمیز به تکنولوژی پیشرفته و امکان ابراز سلیقه شخصی.

۲۳. تغییر برنامه‌ریزی کوتاه‌مدت به درازمدت.

۲۴. تبدیل تمرکز به تمرکززدایی.

۲۵. تغییر اقدامات رفاهی دستوری به خودیاری‌ها.

۲۶. تبدیل سلسله مراتب اداری به نظام شبکه‌ای.

۲۷. مشارکت کشورهای جنوب با شمال در قدرت اقتصادی.

۲۸. ورود گسترده الکترونیک به صنعت و سپس آغاز عصر زیست‌شناسی.

۲۹. پیشرفت در سرعت ارتباطات.

۵. توسعه پایدار

توسعه‌ای است برای تأمین نیازهای انسانی به گونه‌ای که در آینده نیازی به تجدید نظر و مصالحه برای رفع این نیازها نباشد.

مهم‌ترین عوامل در توسعه پایدار عبارتند از: آزادی انسان، برابری، تعادل بین جمعیت و توسعه علوم و فن‌آوری، توجه عمیق به مسائل زیست‌محیطی و تمرکز اصلی بر حفظ منافع نسل‌های آینده و ایجاد جوامعی خردمند، سالم و مرفه.

چنانچه برنامه‌ریزی جامع توسعه کشور از نظر مفهوم توسعه بر این الگو مبتنی باشد پسوند پایدار را باید برای تمام اجزای توسعه در نظر گرفت نظیر:

- جنگل پایدار: چنانچه نیاز به تولید کاغذ از چوب جنگل باشد، متعهدیم در مقابل هر درختی که می‌بریم حداقل یک درخت به کاریم. کاغذی که می‌سازیم نیز باید قابل بازیابی باشد تا دیگر نیازی به بریدن درخت‌های جنگل نباشد.
- خودرو پایدار: خودرویی است که حداقل سوخت را مصرف می‌کند و حداقل بار زیست‌محیطی - چه از نظر سوخت مصرفی و چه از نظر ضایعات - را دارا باشد. همه مواد این خودرو باید پس از پایان عمر خودرو توسط سازنده بازیابی شود (همان‌طور که ژاپنی‌ها بالای ۹۰ درصد خودرو خود را در حال حاضر بازیابی می‌کنند) یا بخش‌هایی از اجزای آن برای کاربردهای دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرد و بسیاری ویژگی‌های دیگر. با توجه به مبحث صنعت، تولید نیز باید به‌صورت پایدار انجام گیرد.

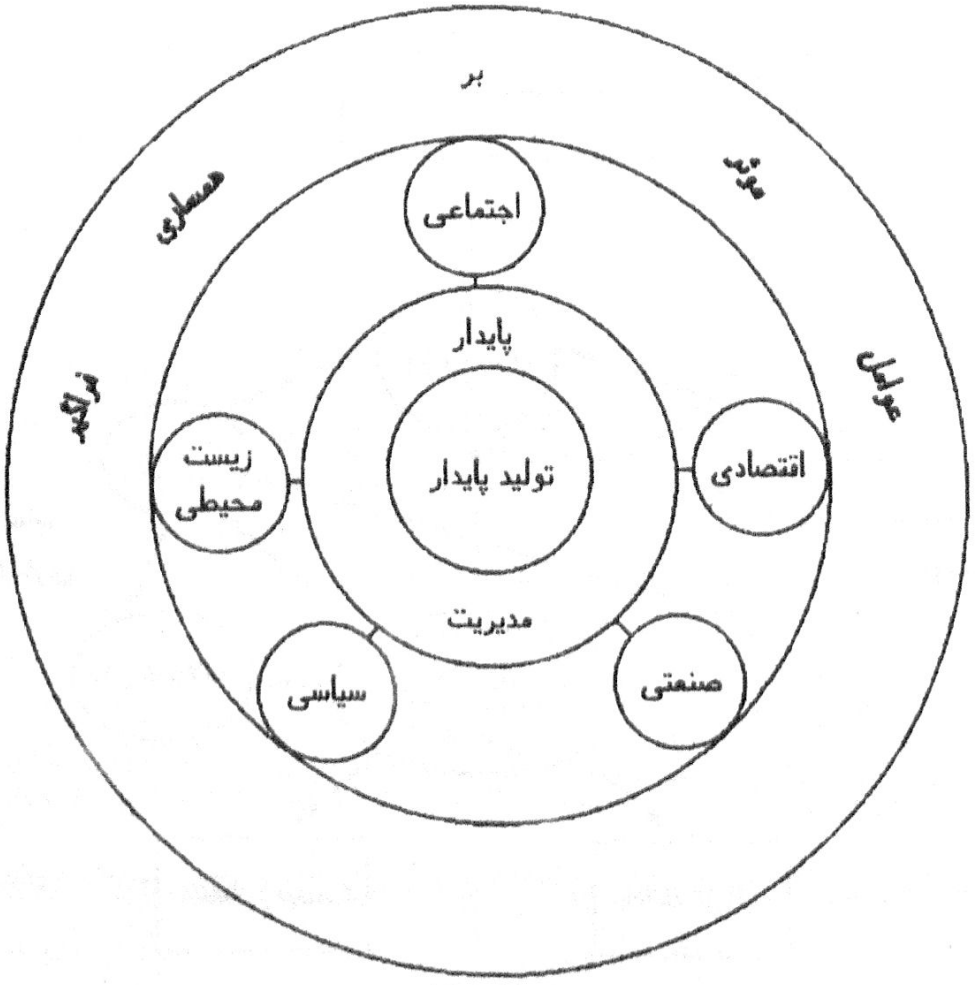
در شکل ۲ مبانی تولید پایدار نشان داده شده است.

تولید پایدار، فرایند آفرینش همسازی بین اهداف اجتماعی، اقتصادی، صنعتی، زیست‌محیطی و سیاسی است، و همان‌طور که ملاحظه می‌شود این نوع تولید با ماهیت حرفه مهندسی که هدف اصلی آن تأمین نیازهای جامعه است، هماهنگی کامل دارد. استراتژی رسیدن به این اهداف از دید اقتصادی و ملاحظات اجتماعی / اکولوژیک به قرار زیر است:

۱. جایگزینی مواد ورودی به صنعت (استفاده از ضایعات به‌جای مواد طبیعی).
۲. تغییر فرایندهای تولید.
۳. طراحی مجدد محصولات مورد نیاز جامعه بر اساس معیارهای طراحی و تولید پایدار.
۴. بهسازی روش‌های حفاظت و راهبری صنایع.

۵. بازسازی مواد در چرخه عمر محصول.

در هر یک از زمینه‌های فوق، نوشته‌ها و کتاب‌های بسیاری وجود دارد و بحث از آن‌ها در این نوشته کوتاه مقدور نیست. در حوزه مدیریتی نیز با مفهوم مدیریت پایدار و در زمینه‌های زیست‌محیطی با واژه مدیریت پایدار مواد زاید روبه‌رو هستیم. مدیریت مواد زاید ترسیم‌کننده استراتژی ملت‌ها در کاهش یا حذف منابع ایجاد مواد زاید، استفاده مجدد از این مواد، بازیابی و بازیافت انرژی و سرانجام کاربرد دوباره این مواد است.



شکل ۲ دینامیک تولید پایدار

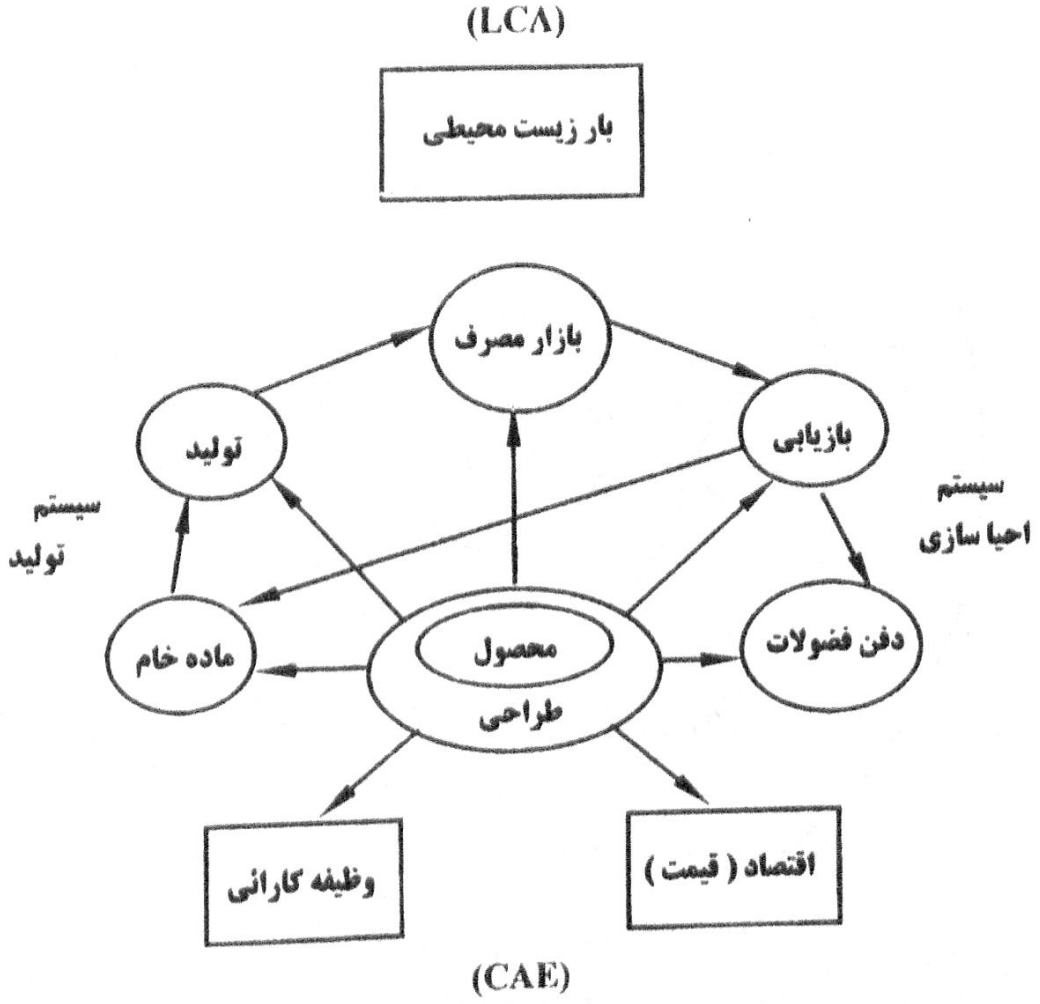
اهداف مدیریت پایدار مواد زاید عبارتند از:

۱. به حداقل رساندن مقادیر مواد زاید که به هر شکل باقی می‌مانند.

۲. افزایش سطح بازیابی مواد زاید در چرخه‌های تولید و مصرف (مصرف پایدار) و در نتیجه، صرفه‌جویی در مصرف انرژی.

۳. در مواردی که امکان استفاده از مواد زاید وجود ندارد و در مراحل طراحی و تولید با تأکید بیش‌تر بر کیفیت، در مورد دوام و نوع استفاده باید دقت زیادی اعمال گردد.

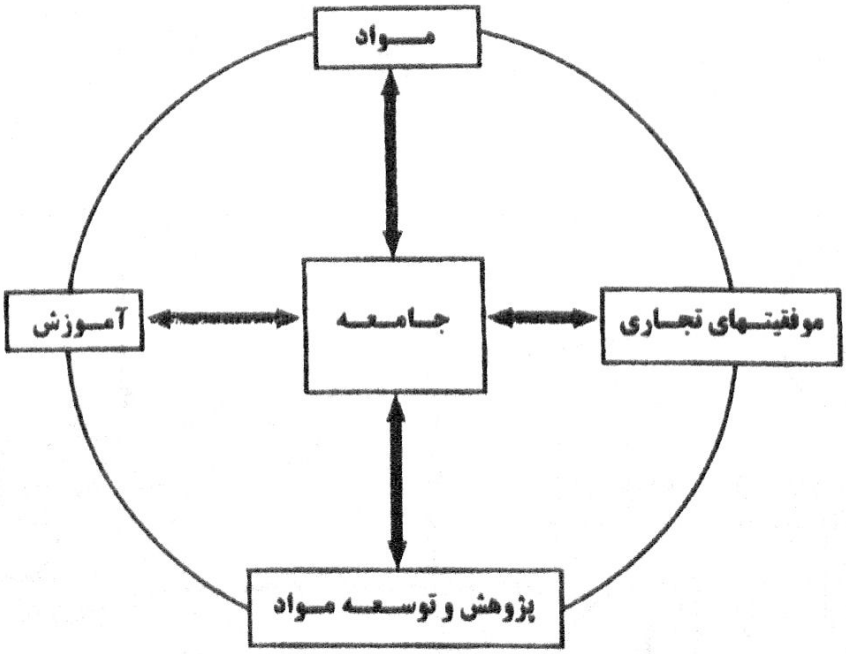
در شکل ۳ معیارهای طراحی پایدار یک محصول در چرخه عمر آن ارائه شده است. با توجه به آن‌که اکثر صنایع بزرگ کشور ما صنایع مبتنی بر مواد هستند نظیر صنایع آهن و فولاد، صنایع مواد غیرآهنی، صنایع معدنی، صنایع خودرو - ماشین‌سازی، و ... لازم است تفاوت دو نگرش سنتی توسعه و توسعه پایدار از نظر برنامه‌ریزی در ارتباط صنعت و آموزش با ذکر مثال‌هایی نشان داده شود.



شکل ۳ طراحی محصول در چرخه عمر یک محصول صنعتی

در شکل ۴ ارتباط سنتی بین مواد و نیازهای جامعه نشان داده شده است. شرکت‌های مبتنی بر مواد نظیر صنایع فلزات، خودرو، انرژی، شیمیایی، ارتباطات، الکترونیک، مواد زیستی، هوافضا و ... بر اساس این الگو تغییر جهت خواهند داد.

در این خصوص، توسعه صنعتی این صنایع مبتنی بر توجه به آموزش، پژوهش و توسعه موفقیت‌های تجاری آن‌ها است. بررسی چنین مدلی نیز نشان می‌دهد موفقت‌های تجاری شرکت‌های ایرانی به‌علت بهره‌وری پایین آن‌ها و حجم کم سرمایه‌گذاری در بخش پژوهش و توسعه خود با کمبودهای زیادی روبه‌رو است.



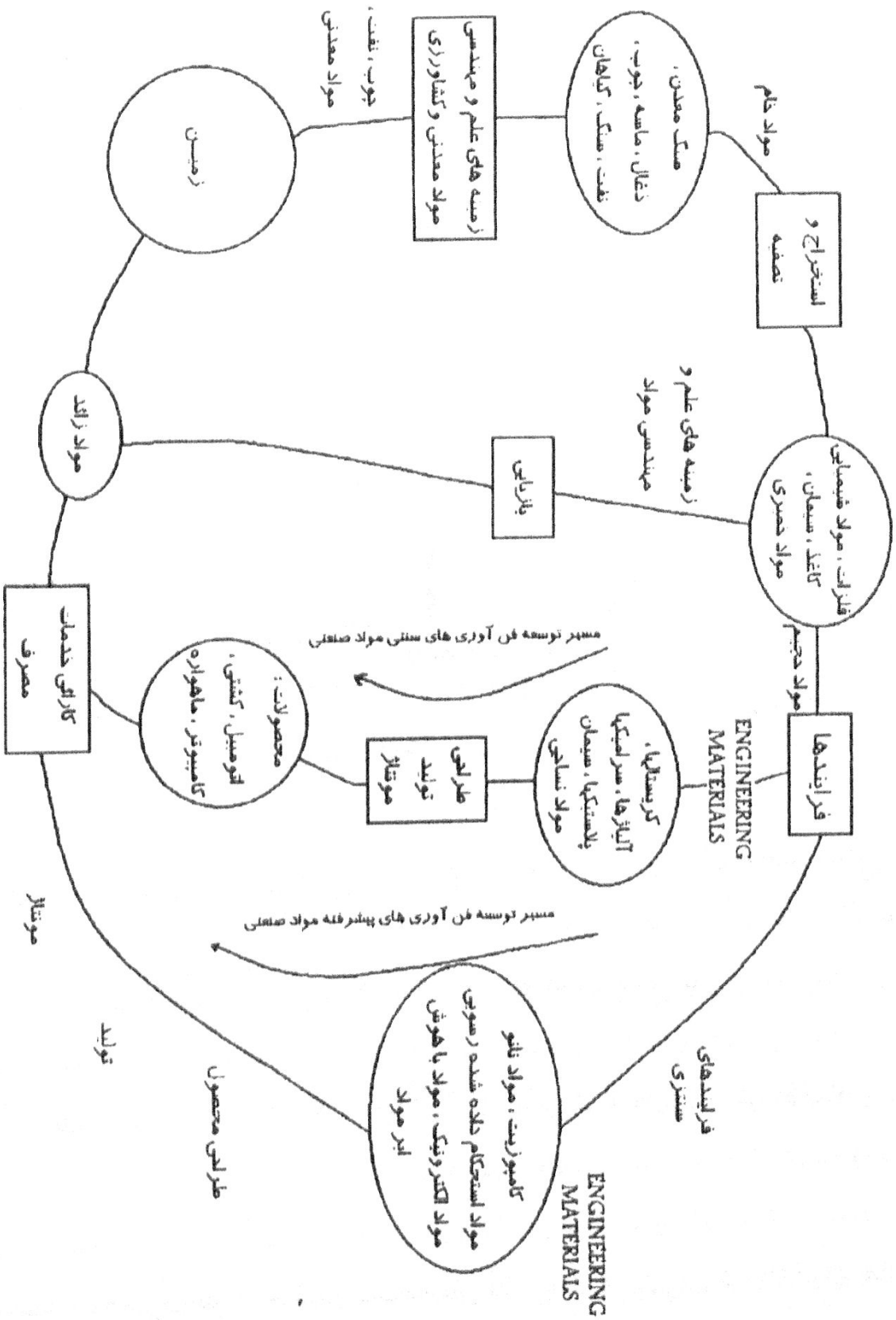
شکل ۴ نمایش ارتباط بین مواد و جامعه

در شکل ۵ سیکل جدید و سنتی جامع مواد نشان داده شده است. در حال حاضر صنایع بر اساس استفاده از مواد حجیم و به کمک معادن کشور، تولید مواد مهندسی[۱] و مسیر توسعه فن‌آوری‌های سنتی مواد صنعتی را طی می‌کند، در حالی که هدف مسیر توسعه پیشرفته مواد صنعتی، تولید مواد مهندسی شده نظیر کامپوزیت‌ها، مواد نانو، مواد الکترونیک، مواد باهوش و ابرمواد است. طبیعی است محصولاتی که از این مواد تولید می‌شوند دارای ارزش اقتصادی به مراتب بالاتری از مواد سنتی هستند و در بازارهای رقابتی از قابلیت‌های بسیار بالاتری برخوردار خواهند بود. استفاده از سیلیسیم آمورف که با فن‌آوری‌های پیشرفته تولید خواهد شد استفاده از انرژی خورشیدی را صرف‌نظر از جاذبه زیست‌محیطی آن معادل و حتی ارزان‌تر از انرژی‌های

---

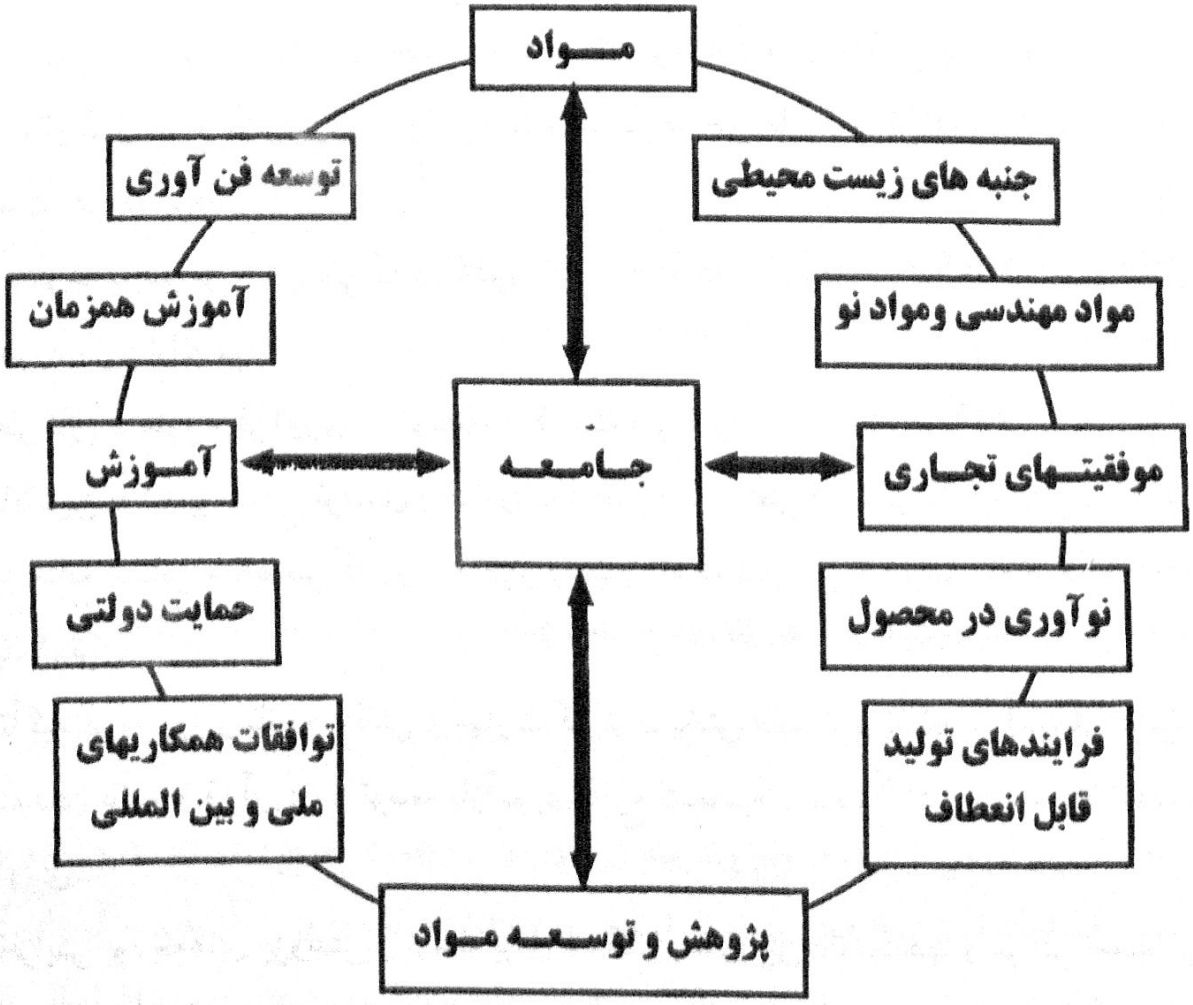
۱ - Engineering Materials

فسیلی در اختیار ما قرار خواهد داد. پس آینده نفت و گاز به‌عنوان یک انرژی ارزان چگونه خواهد بود.



شکل ۵ سیکل جدید جامع مواد

در شکل (۶) نمایش جدید ارتباط بین مواد و نیازهای جامعه نشان داده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، علاوه بر زمینه‌های آموزشی - پژوهشی و توسعه و موفقیت‌های تجاری سازمان‌های صنعتی، نیازهای دیگری نیز در این مورد آورده شده است؛ مانند جنبه‌های زیست‌محیطی برای انطباق عملیات صنعتی با تولید پایدار، ضرورت نوآوری در محصول و وجود پتانسیل‌های اعمال فرایندهای تولید قابل انعطاف، توافقات در خصوص همکاری‌های ملی و بین‌المللی، حمایت دولتی به‌ویژه در زمینه‌های سیاستگذاری‌های خردمندانه برای توسعه صنایع و حمایت‌های مالی در زمینه‌های پژوهش و توسعه صنعتی. بستر لازم برای توسعه علوم و فن‌آوری در کشور و آنچه بیش‌تر به این مقاله مربوط است به طراحی نظام آموزش همزمان در کشور است.



شکل ۶ نمایش نو ارتباط بین مواد و جامعه

نظام آموزش همزمان که آموزش‌های مادام‌العمری نیز نامیده می‌شود، آموزشی است که از

مرحله آغاز تولد تا مرگ فرد ادامه دارد. مشارکت در برنامه‌ریزی‌های آموزشی در تمام مقاطع طول عمر و زندگی حرفه‌ای نظیر برنامه‌های تحصیلات دبستانی، دبیرستانی، پیش‌دانشگاهی، دانشگاهی و در طی دوران طولانی کار افراد باید توسط سازمان‌ها و اشخاصی که مسئولیت یا منافع حرفه‌ای در این زمینه‌ها دارند انجام گیرد. وظیفه مدیران صنایع و دانشگاه‌ها فقط پرداختن به آموزش‌های ضمن کار و آموزش‌های کلاسیک نیست، بلکه مشارکت، نظارت، حمایت و طراحی برنامه‌ریزی وظیفه مشترک هر دو نهاد فوق است. مفهوم آموزش همزمان باید در کل جامعه ما به‌درستی دانسته شده و طراحی و برنامه‌ریزی آموزشی بر اساس نظام آموزش همزمان انجام گیرد. در کنار اولویت‌های مربوط به برنامه‌های بخش صنعت که توسط وزارت صنایع در سال ۱۳۷۷ ارائه شده - یعنی تنظیم طرح جامع ارتقای بهره‌وری، تنظیم برنامه مشخص تحقیقات، صادرات و دستیابی به بازارهای جهان، حمایت از سرمایه‌گذاری خارجی به منظور تأمین منابع مالی و ارتقای سطح تکنولوژی - موضوع مشارکت در طراحی نظام آموزش همزمان نیز باید به این فهرست افزوده گردد.

با توجه به عوامل و شرایطی که در کشور ما وجود دارد، مدل مطلوب توسعه صنایع را می‌توان به صورت زیر ارائه کرد:

از نظر کاربرد علوم و فن‌آوری در توسعه، تأکیدات زیر ضروری است:

۱. بالاترین تأکید بر صنایع تولیدی و صادرات محصولات صنعتی از طریق کاربرد بیش‌تر فن‌آوری و نیز منابع انسانی متخصص کشور به منظور دستیابی به محصولاتی با کیفیت بالاتر و هزینه‌های تولید کم‌تر.

۲. تأکید بر به روز رسانیدن دانش و مهارت کارکنان بخش صنعت و تأکید بر آموزش عالی در زمینه‌های علوم و فن‌آوری و توسعه بازآموزی فارغ‌التحصیلان دانشگاهی در زمینه مهندسی فن‌آوری.

۳. افزایش بودجه‌های پژوهش و توسعه برای همکاری‌های بین دانشگاهها و مراکز تحقیقاتی و توجه زیاد به ارتباطات آن‌ها با صنایع.

۴. توجه مستمر به فن‌آوری‌های کلیدی به‌ویژه فن‌آوری اطلاعاتی، مراکز و شبکه‌های اطلاعاتی.

از نظر صنایع مسیر توسعه می‌تواند به‌صورت زیر باشد:

۱. توسعه صنایع موجود و دستیابی به استاندارد جهانی بهره‌وری.

بزرگ‌ترین مشکل صنایع موجود کشور، وجود نرخ پایین بهره‌وری است. این واقعیت را باید پذیرفت که اصولاً بهره‌وری در همه ارکان از جمله نظام آموزشی کشور نیز پایین است. در حال حاضر اولویت توسعه در بخش صنعت، حفظ این صنایع و افزایش بهره‌وری آن‌ها است.

۲. تغییر صنایع بومی و سنتی به صنایع ترکیبی از طریق وارد کردن فن‌آوری‌های پیشرفته به این صنایع، نظیر فن‌آوری‌های اطلاعاتی، کاربرد گسترده کامپیوتر در تمام عملیات و فرایندهای صنعتی، اتوماسیون. همچنین مدرنیزه کردن اندیشه‌های مدیریتی به‌جای مدرنیزه کردن امکانات سخت‌افزاری، اتوماسیون و سیستم‌های تولید قابل انعطاف، فرایندهایی که از هم اکنون باید به کمک دانشگاه‌ها به مراکز تحقیقاتی و صنعتی و همکاری‌های بین‌المللی و در ارتباط با طرح‌های پژوهشی ملی در جهت اجرا آن‌ها اقدام گردد.

۳. انتخاب و ایجاد تعداد محدودی از صنایع پیشرفته از طریق مشارکت‌های بین‌المللی - خرید فن‌آوری، سرمایه گذاری خارجی و ملی در راستای توسعه پایدار کشور نظیر:

- الکترونیک پیشرفته،
- دستگاه‌ها، ابزارهای اندازه گیری دقیق،
- الکترونیک اپتیک،

با توجه به نیازها و شرایط کشور ما با تأکید بر:

- مواد پیشرفته،
- منابع انرژی‌های جایگزین نظیر انرژی خورشیدی،
- مهندسی نرم‌افزار،
- فن‌آوری زیستی.

۴. حداقل ایجاد یکی از این صنایع پیشرفته در چهارچوب اهداف طرح‌های ملی درون‌زا و بومی از طریق انجام‌دادن کوشش‌های پژوهش اساسی و پژوهش و توسعه و ...؛ آن هم به گونه‌ای که تا تمام فازهای ایجاد این صنعت، در ایران و به دست دانشمندان، مهندسان و مدیران ایرانی انجام گیرد.

ایجاد صنایع کوچک بر محور فن‌آوری‌های پیشرفته با تشکلی از فرهیختگان صنعت و دانشگاه و تکیه بر دوره‌های دکترا در دانشگاه‌ها و به کمک بخش تعاون مسیری است که می‌تواند حداقل به‌صورت طرحی آزمایشی در کشور تجربه گردد.

نتیجه گیری

ایران کشوری است در حوزه جنوب، در حال توسعه اما با شتابی کم. این واقعیتی است که توسعه هر ملتی عموماً بستگی به استفاده مطلوب از نیروهای موجود و حداکثر بهره‌وری و به کارگیری منابع ملی آن کشور دارد. مهندسان و متخصصان مهم‌ترین عامل برای تحقق برنامه‌ریزی‌های توسعه و تبدیل منابع ملی به شکل‌های قابل استفاده آن هستند.

برنامه‌ریزی حال و آینده آموزشی اساساً باید مرتبط با توسعه فن‌آوری باشد؛ فن‌آوری‌هایی که ضرورتاً باید تأمین‌کننده نیازهای ملی بوده، به کارگیری کامل نیروی کار کشور و تأمین شغلی آن را تضمین کند. ماهیت آموزش‌ها باید با نیازهای توسعه ملی منطبق باشد و ایجاد سطح قابل پذیرش اقتصادی - اجتماعی جامعه و آماده‌سازی بستر پژوهش برای توسعه کشور را تأمین کند. از آنجا که فعالیت‌های مهندسان و دانشمندان علوم مهندسی باید در چهارچوب نیازهای صنایع کشور متمرکز گردد، باید ارتباطی قوی و منطقی بین صنایع و سیستم آموزش مهندسی کشور برقرار شود و برنامه‌ریزی‌های مناسبی برای سیستم آموزش مهندسی کشور فراهم گردد. واقعیت آن است که تاریخ با شتاب زیادی بر بستر نوآوری‌های فن‌آوری در حال حرکت است. ارتباطات مدرن، کامپیوترها، ربوت‌ها، چیپس‌ها در محصولات با ارزش بسیار بالا، ما را به بازشناسی مجدد وضعیت کنونی کشورمان و موقعیت نسل‌های آینده وادار می‌سازد.

با توجه به نوآوری‌های فن‌آوری که جهان را در آستانه دگرگونی‌های بنیادی قرار داده است، آموزش رسمی علوم و مهندسی نمی‌تواند جریان گذشته را حفظ کند. آموزش‌های قرن بیستم برای ورود به قرن بیست و یکم مناسب نیستند. در حقیقت ما نمی‌توانیم دانشجویان خود را برای مشاغلی آموزش دهیم که در آینده امکان عدم وجود آن‌ها محتمل است. تناقضی که در این‌جا وجود دارد طراحی سیستم آموزش برای شرایط مجهول است. آیا می‌توان دانشجویان را برای ایفای وظیفه‌ای آماده کرد که در کم‌تر از یک دهه، محو می‌شوند و بیکاری را سبب می‌گردند. از طرف دیگر مسائل صنعت و دانشگاه با توجه به ابهاماتی که برنامه‌های جامع توسعه کشور دارد، مبحثی انتزاعی است و پارادوکسی محسوب می‌شود که بدون تحقق جامعه مدنی و نهادینه شدن نظام برنامه‌ریزی و آینده‌نگری در کشور بر محور توسعه پایدار هرگز رفع نخواهد شد.

منابع

۱. محمود یعقوبی و پرویز دوامی، بررسی آینده آموزشی مهندسی در بعضی از کشورهای صنعتی، پروژه پژوهشی گروه علوم مهندسی فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران، ۱۳۷۳.

۲. جلال حجازی، پرویز دوامی، علامحسین دانشی، سعید ناطق، افسر سیار، ناصر تولیدی، محمود احمدزاده هروی و کمال جانقربان، فلسفه و اهداف آموزش مهندسی مواد، نامه فرهنگستان علوم، شماره دوم، سال دوم، پائیز ۱۳۷۴.

۳. پرویز دوامی، مدلی برای توسعه صنایع متالورژی در ایران، اولین کنگره انجمن مهندسان متالورژی ایران، دانشگاه علم و صنعت ایران، ۱۳۷۶.

۴. محمد عبدالسلام، علم و تکنولوژی علوم در توسعه جنوب، آکادمی علوم جهان سوم، ۱۹۹۱.

(تاریخ دریافت مقاله: ۷۸/۱/۳۰)