

ساختار مفهومی سیاستگذاری علم و فناوری در حوزه

مهندسی*

محمود یعقوبی^{۱،۲}، محمد مهدی غفاری^۲

۱. دانشکده مهندسی، دانشگاه شیراز

۲. گروه علوم مهندسی، فرهنگستان علوم ج.ا.ا.

چکیده: یکی از مهم ترین ویژگی های جوامع پیشرفته امروزی دانش بنیانی شدن آنهاست. در چنین جوامعی بهره گیری از دانش و علم اساس کلیه فعالیت ها و تصمیم گیری هاست و از طرفی، هر گونه برنامه ریزی غالباً با توجه به توسعه پایدار طراحی و اجرا می شود. در الگوی توسعه پایدار هر کشور، توسعه صنعتی یکی از محورهای عمده و اساسی آن محسوب می شود. توسعه صنعتی به افزایش مهارت ها و قابلیت ها؛ یعنی توسعه علمی و فناوری وابسته است که مهندسان مجرب، مسئول، متعهد، وطن دوست، پز تلاش و کوشا و نیز اجرای پژوهش موتور محرکه آن محسوب می شوند. در این پژوهش تلاش شده است تا با توجه به نظام توسعه پایدار، سازمان های مسئول پیشبرد علم و فناوری در کشور مشخص و چگونگی تعامل آنها با یکدیگر، به خصوص با نظام مهندسی، با تأکید بر نهادینه شدن دانش و علم بر همه فعالیت ها، طرح ها و برنامه ها شرح داده شود. نظام ملی نوآوری به عنوان ساختاری مناسب برای هدفمند ساختن سیاست های کلان علم و تکنولوژی کشور شناسایی و بررسی و بر زمینه های مناسب برای پیاده سازی تفکرات علمی در عرضه دانش و تکنولوژی تأکید شده است. در نهایت، الگوی مفهومی سیاستگذاری توسعه علمی و فناوری برای خلق دانش، انتشار دانش و بهره برداری از دانش برای توسعه و ارتقای کشور با تکیه بر نظام نوآوری در حوزه مهندسی تدوین و ارائه شده است

واژه های کلیدی: توسعه پایدار، توسعه علمی، نظام نوآوری، خلاقیت و ارتقای علمی و فناوری.

* این پژوهش با حمایت مالی فرهنگستان علوم ج.ا.ا انجام شده است.

۱. مقدمه

سیر تاریخی علوم و فنون و توسعه کشورها برای دستیابی به رفاه، آسایش و امنیت حاکی از تحولات و دگرگونی‌های مختلفی به خصوص در دو قرن گذشته است و در آستانه قرن بیست و یکم روند توسعه علمی و فناوری به منظور بهره‌گیری از آنها برای توسعه همه جانبه یا توسعه پایدار شتاب افزون‌تری پیدا کرده است.

یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های جوامع امروزی، دانش بنیانی^۱ شدن آنهاست. در چنین جوامعی دانش اساس کلیه فعالیت‌ها و تصمیم‌گیری‌هاست توسعه این جوامع به رشد دانش در زمینه‌های گوناگون که عمدتاً با بهره‌گیری علم و فناوری نمود پیدا می‌کند، وابسته است. با نگاه به محورهای توسعه کشورهای پیشرفته ملاحظه می‌شود که صنعت و تکنولوژی ستون اصلی آن محسوب می‌شوند. استواری این ستون به علوم مهندسی، به متخصصان فنی، به دانش‌آموختگان دانشکده‌های فنی و مهندسی وابسته است. امروزه، علوم و تکنولوژی در حوزه مهندسی به عنوان دو مقوله درهم تنیده و وابسته، نقش بسیار مهمی در توسعه صنعت جوامع ایفا می‌کنند و هر کشوری برای قرار گرفتن در ردیف کشورهای توسعه یافته تلاش می‌کند با استفاده از این دو سرمایه موجب پیشرفت‌های اساسی در صنعت شود.

اکنون یکی از چالش‌های بزرگ برای هر کشوری چگونگی برخورد با توسعه علم و تکنولوژی به‌طور عام و ارتقای علوم و فنون در بخش مهندسی به‌طور خاص است. برای توسعه علم و تکنولوژی لازم است که زمینه و زیرساخت‌های لازم برای گسترش آنها در جامعه فراهم شود. سیاستگذاری مناسب، تشخیص نیازها و استعدادهای کشور، تخصیص بودجه مناسب به بخش‌های مختلف و آموزش و پرورش و پژوهش از جمله عواملی هستند

1 . Knowledge based communities

که در ایجاد زمینه مناسب باید در نظر گرفته شوند. درک صحیح از علم و فناوری و جایگاه علوم و فنون در حوزه مهندسی و رابطه میان آنها و عوامل تأثیرگذار در ارتقا و به کارگیری آنها می تواند ما را در سیاستگذاری هدفمند علم و فناوری برای آینده هدایت کند [۱].

در این پژوهش ابتدا ارتباط توسعه علمی و فناوری در نظام توسعه پایدار مشخص، سپس ارگان های مرتبط برای توسعه علم و فناوری در کشور معلوم و اهمیت ارتباط و جایگاه آنها تدوین شده است. همچنین، با ویژگی پیوند آموزش، پژوهش و تولید فناوری و برشماری سیاست های علم و فناوری در چندین کشور و بالاخره، الگوی مناسب توسعه علم و فناوری با محوریت خلاقیت و نوآوری در ایران ارائه شده است.

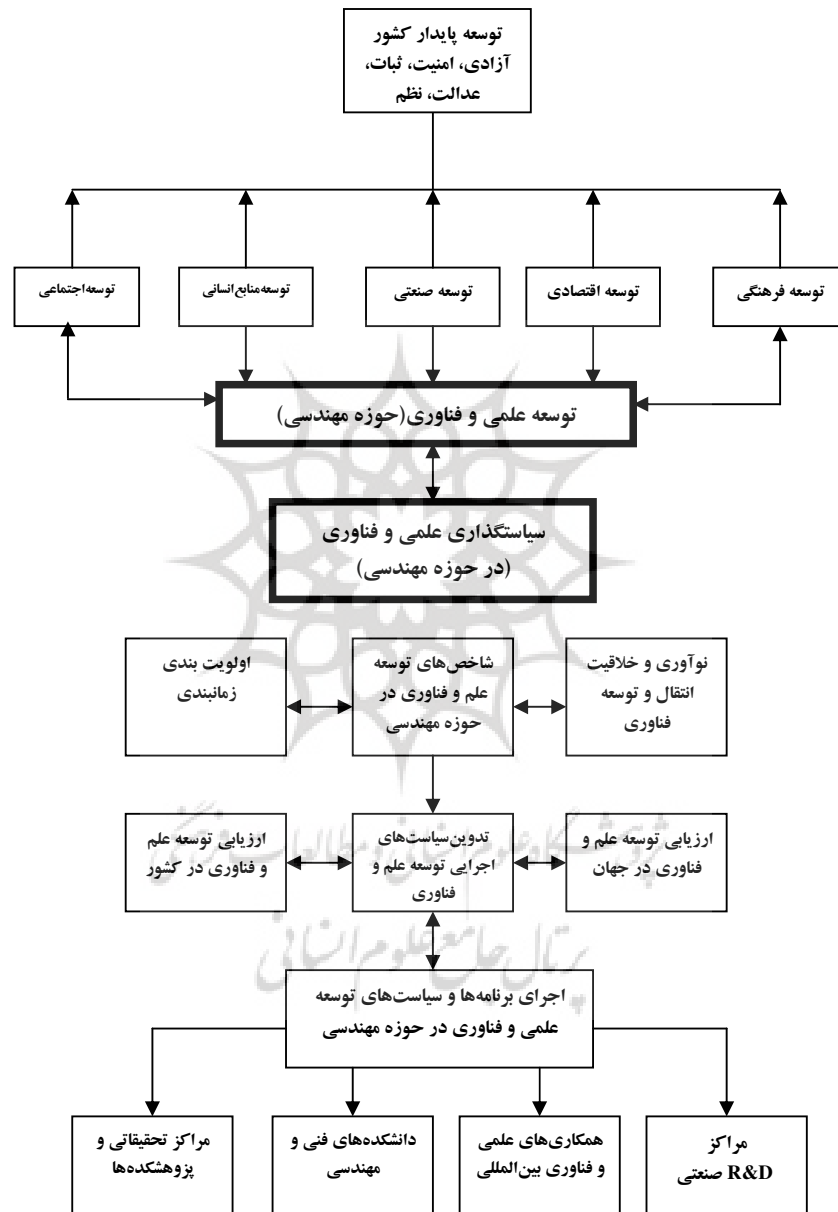
۲. توسعه علم و فناوری در نظام توسعه پایدار کشور

توسعه علمی و فناوری یکی از بخش های لازم برای توسعه همه جانبه به منظور دستیابی به اهداف نهایی؛ یعنی رشد، رفاه و آسایش مردم است. ساختار کلی مرتبط با بخش صنعت که مهندسان موتور محرکه آن هستند، در نظام کلی توسعه می تواند به صورت شکل ۱ باشد.

در این شکل مشاهده می شود که توسعه پایدار کشور به توسعه در چند بخش نیاز دارد، از جمله توسعه صنعتی، توسعه فرهنگی، توسعه اقتصادی و ... اما توسعه صنعتی، اقتصادی و فرهنگی خود مرتبط با توسعه علم و فناوری به صورت کلان و یکی از زمینه های عمده آن تولید علم و فناوری در حوزه علوم و مهندسی است.

توسعه علوم و فناوری به مدیریت تدوین سیاستگذاری علمی و فناوری در حوزه مهندسی و صنعت در کشور بستگی دارد. سیاستگذاری همراه با آینده نگری و اطلاع از برنامه های توسعه سایر کشورها و توانایی های بالقوه و بالفعل کشور رکن اصلی هرگونه برنامه توسعه، از جمله برنامه ریزی برای توسعه علم و فناوری در بخش مهندسی است.

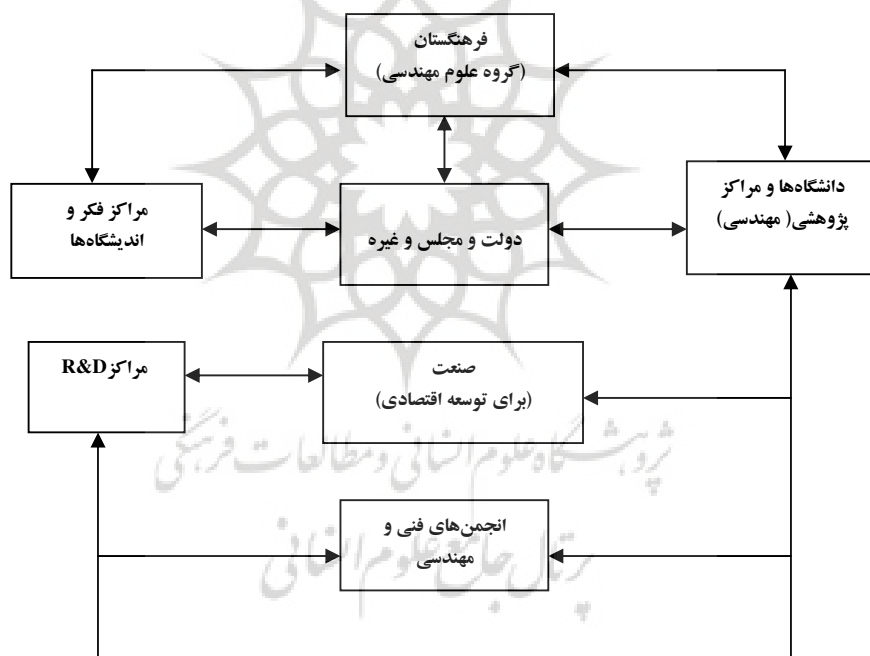
با تدوین استراتژی و سیاستگذاری کلان در حوزه مهندسی راه برای ارتقای دانش، فناوری و بالاخره، صنعت فراهم می‌شود. چگونگی سیاستگذاری علم و فناوری حدیث مفصل این بررسی است که به آن پرداخته خواهد شد. اما سیاست‌های تدوینی به اجرای برنامه‌های پژوهشی و مطالعاتی منجر می‌شود که طبق شکل ۱ سازمان‌های مختلفی مسئولیت اجرایی بخش‌های متفاوتی را بر عهده دارند و با یکدیگر در تعامل، همکاری، مشارکت و اعتماد متقابل هستند. این سازمان‌ها به تنهایی نمی‌توانند هر یک قافله علم و فناوری را به سر منزل مقصود برسانند، بلکه تلاش هر یک و تعامل و همکاری‌های آنها با یکدیگر است که می‌تواند ثمرات فراوانی برای توسعه علمی، فناوری و صنعت فراهم آورد.



شکل ۱: نظام کلی توسعه علم و فناوری در نظام توسعه اجتماعی و اقتصادی کشور

سازمان‌ها و ارگان‌هایی درگیر با اجرای سیاست‌های علم و فناوری می‌توانند بسیار متنوع باشند، ولی در یک نگاه با وضعیت موجود کشور، آنچه در حوزه مهندسی می‌تواند تأثیرگذار باشد، در شکل ۲ نشان داده شده است.

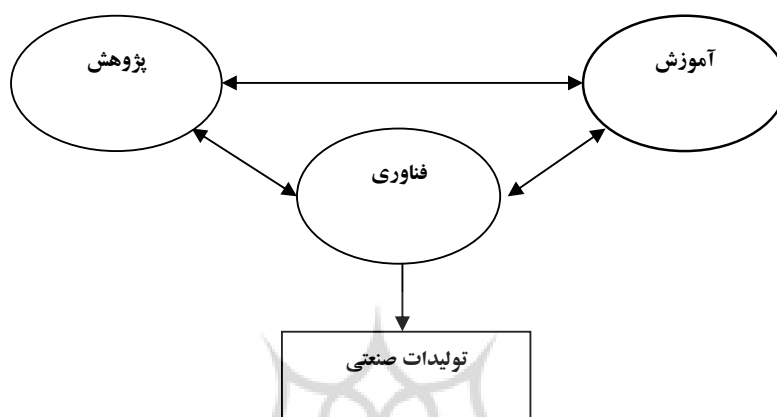
در شکل ۲ محورهای تعامل بین ارگان‌های مختلف مسئول در امر توسعه علم و فناوری مرتبط با حوزه مهندسی نشان داده شده است. ملاحظه می‌شود که چرخش علم، پژوهش، تولید فناوری و صنعت به ارتباط مهم سازمان‌های مختلف با یکدیگر وابسته است و اگر این ارتباط به خوبی صورت گیرد، طبیعی است که تولید علم به تولید فناوری منجر می‌شود و در نهایت، در خدمت صنعت و توسعه قرار می‌گیرد.



شکل ۲: محورهای تعامل برای توسعه علم و فناوری در حوزه مهندسی و صنعت

البته، چرخه تولید خود به صورت نرم‌افزاری ارتباط تنگاتنگی با آموزش، نیروی انسانی متخصص، پژوهش و پژوهشگر دارد. این گردش متقابل است و می‌تواند در نمودار ۳

ملاحظه شود.



شکل ۳: چرخه محورهای توسعه علم و فناوری برای تولید

باید اضافه شود که در شکل ۲ و همچنین، در شکل ۳ هدف ذکر کردن سازمان‌های اصلی یا زمینه‌های عمده برای ارتقای علم و فناوری در حوزه مهندسی است که به توسعه صنعت منجر می‌شوند. ممکن است عوامل یا مراکز دیگری نیز باشند که در فرایندهای ذکر شده تأثیر گذار باشند که در اینجا به دلیل اهمیت کم آنها بیان نشده‌اند. در هر صورت، طبق شکل ۱ سیاستگذاری برای توسعه علم و فناوری در حوزه مهندسی به محورهای تعامل مختلفی بستگی دارد که این محورها در یک یا چند رکن از شکل ۳ می‌توانند قرار گیرند. در ادامه نمونه‌ای از الگوی مناسب سیاستگذاری علم و فناوری با تأکید بر حوزه مهندسی ارائه شده است.

۳. جهت‌گیری سیاستگذاری علم و فناوری در سایر کشورها

مطالعات تحلیلی سیاستگذاری علم و فناوری در سایر کشورها [۹] نشان می‌دهد که هدف‌های مختلفی می‌تواند در سیاستگذاری علم و فناوری مؤثر باشد. حتی این اهداف ممکن است با تغییر مدیریت‌های کلان کشورها تغییر یابد یا با گذشت زمان اولویت‌های خود را از دست بدهد. تاریخچه سیاستگذاری علم و فناوری در سایر کشورها حکایت از

معیارهای گوناگون برای سیاستگذاری علم و فناوری دارد. بعضی از کشورها صرفاً به جنبه‌های اقتصادی و تجاری در سیاستگذاری علم و فناوری تکیه داشته‌اند، بعضی از کشورها به انگیزه‌های سیاسی برای سیاستگذاری در علم و فناوری توجه کرده‌اند و بعضی از کشورها سیاستگذاری علم و فناوری را بر محور توسعه دانش و بالا بردن توان علمی و فنی کشور قرار داده‌اند.

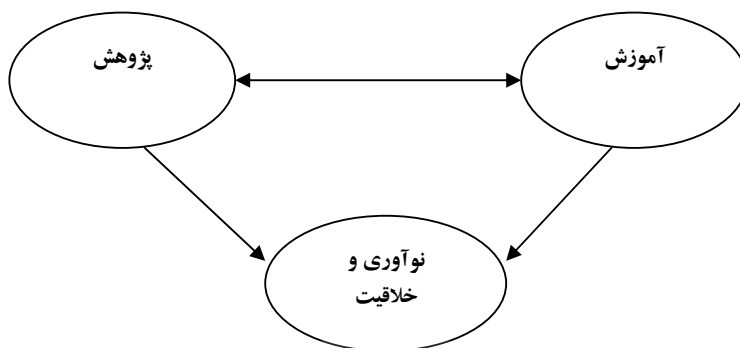
اهمیت سیاستگذاری علوم و فناوری از نظر جایگاه حکومتی حتی در بعضی از کشورها به صورت یک نهاد وزارتخانه تجلی پیدا کرده است یا مأموریت سیاستگذاری به یک نهاد قانونی واگذار شده و سطوح کاری مختلفی در امر سیاستگذاری دخیل اند و تصمیم‌گیری می‌کنند.

اولویت‌های تحقیقاتی و پژوهشی توسط این نهادها مشخص می‌شود و بر مبنای آن بودجه و اعتبارات لازم تخصیص می‌یابد و به دستگاه‌های اجرایی مختلف واگذار می‌شود. رویکرد متداول تدوین سیاستگذاری علم و فناوری مبتنی بر عقل جمعی است. این رویکرد در شرایط پایدار و آینده‌ای نسبتاً قابل پیش‌بینی اجرا می‌شود، اما برای رویارویی با آینده‌ای ناپایدار و رقابتی باید با پیش‌بینی آینده و آینده پژوهی به تدوین استراتژی پرداخت. این امر باعث شده است که رویکرد جدیدی در دهه اخیر در محافل سیاستگذاری و برنامه‌ریزی استراتژیک مورد توجه قرار گیرد که رویکرد طرح ریزی ارزشی نام دارد و بر پایه تفکر و ارزش نسبت به آینده استوار شده است. مثلاً در کشور چین سیاست فناوری کشور بر رویکرد نخیه‌گرایی شکل گرفته است.

در بسیاری از کشورها رویکرد توسعه علم و فناوری برای ایجاد جامعه دموکراتیکی و جامعه‌ای مبتنی بر اطلاعات جهت‌دهی می‌شود، در حالی که برای کشورهای پیشرفته رویکرد "علم برای سیاست" در اهداف توسعه علمی و فناوری دیده می‌شود. این استفاده از علم برای مقاصد سیاسی ازدیاد نقش علم برای قوی‌تر کردن نیروی سیاسی و ایدئولوژی با قالب Neo-Conservative Science and Technology Policy منعکس می‌شود. مثلاً در آمریکا:

در حرکت نوین سیاستگذاری علم هر گامی بر اساس ارزش‌های سیاسی - ایدئولوژیکی برداشته می‌شود که مبتنی آنالیز علمی یا آنالیز سیاست اقتصادی - اجتماعی است. علم در خدمت سیاست است و هر جایی که علم فاقد ارزش سیاسی است، در خط تحلیل بیشتر قرار می‌گیرد. این تمرکز بر قوی‌تر کردن موقعیت سیاسی توسط علم به عنوان یک ابزار بیانگر جهت‌گیری است که توسط سیاستگذاران جدید با شعار علم و فناوری در خدمت سیاست و تحقق بخش اهداف سیاسی و ایدئولوژیک از آن یاد شده است.

رویکرد غالب دیگری که اکثر کشورها سیاست‌های خود را برای توسعه علم و تکنولوژی بر محور آن جهت‌گیری می‌کنند، توسعه اقتصادی (رقابت اقتصادی) و کیفیت زندگی است. از آنجا که دانش مؤلفه اصلی بالا بردن ارزش کالاها و خدمات است و روز به روز بر اهمیت آن افزوده می‌شود، ارزش و ثروت ملل بیش از پیش به دانش و مهارت‌های افراد آن بستگی پیدا می‌کند. این گونه سیاست‌ها در اهداف توسعه کشورهایمانند انگلستان و ترکیه در عصر جدید فناوری اطلاعات در چارچوب نوآوری پی‌ریزی می‌شود. عرصه جدید نوآوری در جهان معاصر به سرعت در حال گسترش است و هر کشوری خواهان توسعه با تکیه بر نوآوری، خلاقیت و تولید فناوری‌های جدید قابل رقابت با اقتصاد جهانی است. در نمودار ۴ که مشابه نمودار ۳ است، جایگاه فرایند نوآوری و خلاقیت که همراه با آموزش و پژوهش است، نشان داده شده است.



نمودار ۴: فرایند نوآوری با تکیه بر آموزش و پژوهش

لذا، نوآوری و خلاقیت از داشتن نیروی انسانی ماهر و با تکیه بر پژوهش حاصل خواهد شد. پژوهشی که به سرمایه‌گذاری و برنامه‌ریزی کلان نیاز دارد. مثلاً جامعه اروپا در نظر دارد سهم پژوهش را از ۱/۹٪ تولید ناخالص ملی به ۳٪ ناخالص ملی در سال ۲۰۱۰ برساند [۱۰]. کشور ژاپن امروزه نوآوری‌های جدید در زمینه فناوری برتر و فناوری‌های سنتی را به نحو بارزتر و مؤثرتر با یکدیگر ترکیب و ادغام می‌کند و توسعه می‌بخشد. البته، به موضوع نوآوری در بسیاری از کشورهای دیگر پرداخته و اسناد سیاستگذاری در خصوص آن تدوین شده است، مثلاً تدوین سیاست‌های علمی و فناوری در سال ۱۹۹۰ در امریکا با عنوان:

"نوآوری در سطح ملی ایالات متحده آمریکا" و استراتژی مهارت‌ها در انگلستان با عنوان "مهارت‌های قرن بیست و یکم، تحقق بخش توانایی‌های ما" که در آنها به اهمیت نوآوری پرداخته شده است و درباره اثرها و نتایج اولویت‌گذاری و اینکه کدام سیاست‌های علم و فناوری می‌تواند پاسخگوی نیازهای صنعتی در افزایش سرمایه‌های ملی باشد، در سال ۱۹۹۳ بیان شده است. وزارت علوم و تحقیقات آلمان خلاقیت را به صورت سیاست جدید تلقی و برنامه تحقیق برای شکل دادن آینده را در سال ۲۰۰۰ اعلام کرده

است.

رویکرد نوآوری در سیاستگذاری علم و فناوری در بسیاری از کشورها نیز صورت گرفته که به چند برنامه در زیر اشاره می‌شود:

۱. سوئد: "سرمایه ملی ما توان نوآوری ما" سال ۲۰۰۰؛
۲. فنلاند: تدوین "نظام ملی نوآوری" اواسط دهه ۱۹۹۰؛
۳. چین: اصلاح سیستم علم و فناوری و سیستم ملی نوآوری، سال ۲۰۰۲؛
۴. کانادا: دانش + نوآوری = افزایش تولید، سال ۱۹۹۹؛
۵. کره جنوبی: استراتژی ترجیح خلاقیت بر تقلید در علم و فناوری.

مطالعات مذکور نشان می‌دهد که اکثر کشورها عزم ملی خود را در ارتقای علم و فناوری قرار داده و رویکردهای متفاوتی را اتخاذ کرده‌اند که نوآوری در اکثر آنها ملاحظه می‌شود. در ادامه این رویکرد با جزئیات بیشتر بررسی و تحلیل شده است.

۴. ارائه الگوی مفهومی سیاستگذاری علم و تکنولوژی در کشور

۴.۱. رویکرد نظام ملی نوآوری

ارائه یک الگوی جامع برای سیاستگذاری علم و تکنولوژی در کشور بدون تحلیل دقیق همه اجزای تأثیرگذار بر توسعه علم و تکنولوژی در کشور و بدون در نظر گرفتن ملاحظات اجرایی مرتبط با آن و ارتباط آن با ساختارهای کلان سیاستگذاری کشور امکان‌پذیر نیست. ولی اگر بخواهیم صرفاً یک مدل کلی و الگوی مفهومی برای سیاستگذاری علم و تکنولوژی در کشور ارائه دهیم، می‌توان با تکیه بر مفاهیم مختلف ارائه شده در گذشته به یک چارچوب کلی برای این موضوع دست یافت.

کشورهای در حال توسعه، به خصوص در شرق آسیا، با تکیه بر الگوهای سیاستگذاری توسعه‌گرا به میانبر زدن فناوری دست یافتند. با بیان مفاهیم مرتبط با نقش دولت و الگوهای مختلف توسعه، چگونگی بهره‌گیری این کشورها از یک رویکرد نهادگرا برای توسعه و میانبر زدن تکنولوژیک بیان می‌شود. از طرف دیگر، با تحلیل برنامه‌های توسعه اول تا چهارم در فصل دوم [۲]، چگونگی تحول دیدگاه‌های توسعه علم و تکنولوژی در کشور

بررسی، تحلیل و مشخص شد. در این برنامه‌ها به روشنی حرکت سیاستگذاری‌های کلان علم و تکنولوژی کشور به سوی یک الگوی نهادگرا مشاهده می‌شود. این حرکت نشان‌دهنده این موضوع است که احساس نیاز به چنین الگویی در سطح کلان سیاستگذاری کشور به وجود آمده است و از این رو، هدفمند ساختن این احساس می‌تواند مهم‌ترین رویکرد برای ساماندهی به سیاستگذاری علم و تکنولوژی در کشور باشد. برای هدفمند کردن و سازماندهی مناسب چارچوب سیاستگذار کلان علم و تکنولوژی کشور لازم است که از الگوهای ساختاری مناسبی استفاده شود که در این بخش به جنبه‌های مختلفی از آن اشاره شده است..

نظام ملی نوآوری به عنوان ساختاری مناسب برای هدفمند ساختن سیاست‌های کلان علم و تکنولوژی کشور می‌تواند زمینه‌ای مناسب برای پیاده‌سازی تفکرات نهادگرایی در عرصه علم و تکنولوژی باشد. ساختاردهی به نظام توسعه علم و تکنولوژی در چارچوب نظام ملی نوآوری می‌تواند به شناسایی نهادهای تأثیرگذار بر توسعه علم و تکنولوژی منجر شود و نحوه تعاملات آنها را در مسیر مناسب هدایت و سازماندهی کند. در چنین ساختاری همه نهادها می‌توانند نقش‌های مناسب خود را بشناسند و آن را ایفا کنند. از این رو، در این بخش با استفاده از مفاهیم نظام ملی نوآوری، یک الگوی مفهومی برای سیاستگذاری علم و تکنولوژی در کشور ارائه و در انتها به نقش‌ها و کارکردهای جامعه مهندسی در این الگو اشاره شده است.

برای رسیدن به یک اقتصاد دانش‌محور لازم است که اهداف و مؤلفه‌های آن شناسایی شود و چگونگی ساختاردهی و هدایت علم و تکنولوژی در جهت تحقق این اهداف شکل گیرد. همان‌طور که گفته شد، طبق شکل ۵، سه هدف و مؤلفه اصلی توسعه دانش‌محور عبارت‌اند از خلق، انتشار و بهره‌برداری از دانش. بدیهی است که با چنین سیاستگذاری نظام اقتصادی با پرونده‌هایی مانند تولید ثروت، افزایش مشارکت در تجارت جهانی، بهره‌وری بیشتر از سرمایه‌گذارها، منابع و امکانات با ابزار جدید فناوری امکان پذیر خواهد

شد که توضیحات مفصل در هر حوزه در ادامه خواهد آمد. از طرف دیگر، در تبیین کارکردهای نظام ملی نوآوری نیز به این موضوع اشاره شد که مهم‌ترین کارکردهای آن عبارت‌اند از خلق، انتشار و بهره‌برداری از دانش و نوآوری. بنابراین، می‌توان به راحتی درک کرد که نظام ملی نوآوری مفهومی است که در یک پارادایم فکری مرتبط با اقتصاد دانش‌محور شکل گرفته است. بنابراین اگر بخواهیم ساختاری برای سیاست‌گذاری علم و تکنولوژی در کشور ارائه دهیم، باید با هدف قرار دادن این کارکردها سعی کنیم که ابعاد مختلف آن را شناسایی و تبیین کنیم. از طرف دیگر، برای پوشش دادن همه ابعاد نظام ملی نوآوری لازم است که جنبه‌هایی تعریف شوند که کلیه فعالیت‌های نظام ملی نوآوری را دربرگیرند. این فعالیت‌ها در واقع، ابعاد مختلفی از کارکردهای اصلی یا اهداف نظام ملی نوآوری را روشن می‌کنند. برای این منظور نیز از تعریف کشورهای توسعه یافته در زمینه فعالیت‌های نظام ملی نوآوری استفاده شده است که عبارت‌اند از: سیاست‌گذاری؛ تسهیل و تأمین R&D؛ انجام R&D؛ توسعه نیروی انسانی؛ انتشار و انتقال تکنولوژی؛ ارتقای کارآفرینی تکنولوژی و تولید کالا و خدمات.

بنابراین، می‌توان با رویکرد دستیابی به یک اقتصاد دانش‌محور که در چشم‌انداز بیست‌ساله کشور نیز به آن اشاره شده است و با استفاده از کارکردها و فعالیت‌های نظام ملی نوآوری ساختاری برای سیاست‌گذاری علم و تکنولوژی در کشور ارائه داد. هر کدام از فعالیت‌های اشاره شده در نظام ملی نوآوری با یکی از سه کارکرد آن ارتباط پیدا می‌کنند. اولین گام تبیین این ارتباط برای سازماندهی به ساختار توسعه علم و تکنولوژی است. تسهیل و تأمین R&D و انجام R&D هر دو زیرمجموعه‌ای از کارکرد خلق دانش‌اند و هر کدام به حوزه‌ای از این کارکرد اشاره دارند. تسهیل و تأمین R&D در واقع، مجموعه فعالیت‌های لازم به عنوان ورودی خلق دانش در یک نظام ملی نوآوری است که می‌تواند در قالب سرمایه‌گذاری یا مشوق‌ها و تسهیلاتی برای خلق دانش باشند و انجام R&D

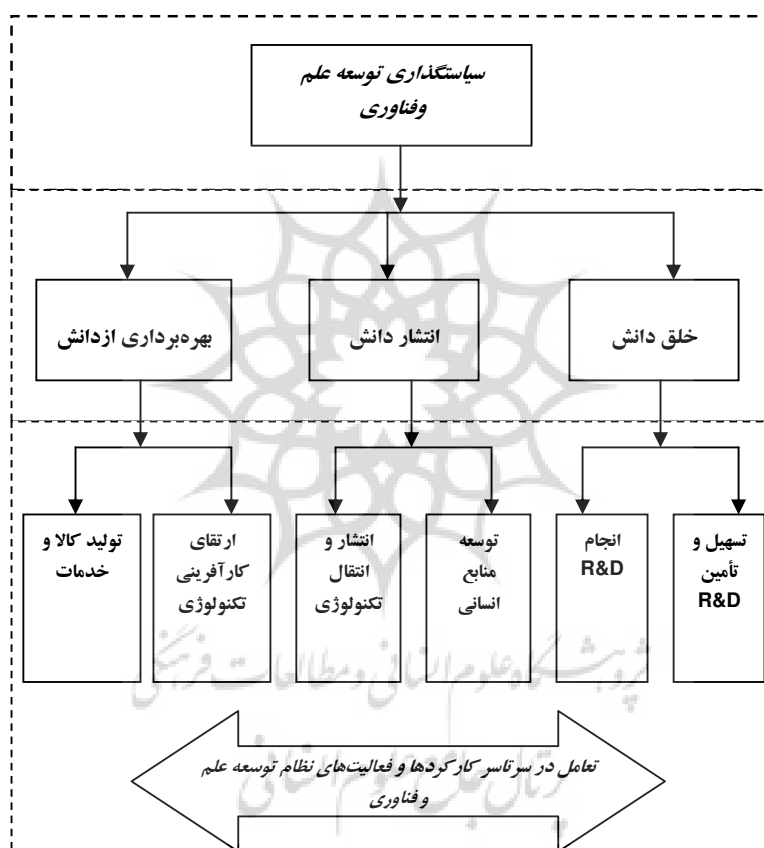
نشان‌دهنده خروجی‌های حاصل از خلق دانش است که می‌تواند در قالب انتشارات، ثبت اختراعات و غیره خود را نشان دهند.

توسعه نیروی انسانی و انتقال و انتشار تکنولوژی نیز بر جنبه‌های مختلفی از کارکرد انتشار دانش اشاره دارند و در نتیجه، در زیرمجموعه این کارکرد قرار می‌گیرند. توسعه نیروی انسانی در واقع، زیرساخت‌های لازم برای انتشار دانش را در کشور فراهم می‌کند و باعث می‌شود که دانش با حرکت سریع‌تری در سطح جامعه انتشار یابد. انتقال و انتشار تکنولوژی نیز بر چگونگی این انتشار و نحوه تعاملات داخلی و بین‌المللی در جهت انتشار دانش تأکید می‌کند. کارآفرینی تکنولوژی و تولید کالا و خدمات نیز بر جنبه‌های اصلی کارکرد بهره‌برداری از دانش تأکید دارند.

کارآفرینی تکنولوژی از طریق توسعه پارک‌های علمی و فناوریانه و انکوباتورها و ایجاد شرایط برای ایجاد شرکت‌های نوآور در صنایع با تکنولوژی برتر امکان‌پذیر می‌شود و تولید کالا و خدمات هم در واقع، پیوند دهنده نظام توسعه علم و تکنولوژی کشور با نظام توسعه صنعتی کشور است و باعث می‌شود که حلقه ارتباطی میان این دو حوزه که بسیار بر هم تأثیرگذارند، شکل بگیرد.

با استفاده از این دسته‌بندی یک چارچوب کلی برای سیاستگذاری علم و تکنولوژی در کشور پیشنهاد می‌شود که در شکل ۵ ارائه شده است. همان‌طور که دیده می‌شود، یک پیوندی منطقی میان کارکردهای اصلی نظام ملی نوآوری و فعالیت‌های موردنیاز برای تحقق این اهداف در این مدل به وجود آمده است. این پیوند منطقی در قالب یک مدل سلسله‌مراتبی به ما کمک می‌کند تا به اجزای مختلف نظام ملی نوآوری و نقش آنها در توسعه کلان نوآوری ملی پی‌بریم و آنها را مورد تجزیه و تحلیل قرار دهیم. البته، شایان ذکر است که از آنجا که فعالیت سیاستگذاری به نوعی در همه دیگر فعالیت‌های نظام ملی نوآوری تأثیرگذار و در همه آنها قابل تحلیل است، در این مدل در رأس سلسله‌مراتب

قرار داده شده است و سیاستگذاری در هر کدام از دیگر فعالیت‌های نظام ملی نوآوری در نظر گرفته شده است. این بدین معناست که سیاستگذاری می‌تواند برای تأمین و سهیل R&D، انجام R&D، توسعه نیروی انسانی، انتشار و انتقال تکنولوژی، ارتقای کارآفرینی تکنولوژی و تولید کالا و خدمات انجام شود.



شکل ۵: الگوی مفهومی سیاستگذاری علم و تکنولوژی در نظام ملی نوآوری کشور

با استفاده از چنین دسته‌بندی می‌توان ابعاد مختلف نظام ملی نوآوری را شناسایی و برای هدایت آن در همه ابعاد، سیاست‌های مناسبی تعریف و پیاده‌سازی کرد. این چارچوب

کلان در عین حال که تک تک اجزای نظام ملی نوآوری را به خوبی نشان می‌دهد، چگونگی تعامل آنها را و هدایت هدفمند آنها را در راستای ایجاد و توسعه یک اقتصاد دانش‌محور به خوبی بیان می‌کند. شناسایی ابعاد هر کدام از این فعالیت‌ها و همچنین، نهادهای تأثیرگذار بر توسعه آنها می‌تواند روشنگر راه سیاستگذاری علم و تکنولوژی در کشور باشد. از طرف دیگر، با استفاده از این الگو می‌توان نقش نهادهای مختلف را در توسعه علم و تکنولوژی کشور تشریح و تفسیر کرد که در انتهای این بخش به چگونگی ایفای نقش جامعه مهندسی در این الگو اشاره شده است، ولی پیش از آنکه به این موضوع پرداخته شود، لازم است برخی از ابعاد مهم این فعالیت‌ها بیان و تعریف شوند.

همان‌طور که در شکل ۵ دیده می‌شود، در رأس این الگو مبحث سیاستگذاری کلان علم و تکنولوژی قرار می‌گیرد. این فعالیت با توجه به نوع الگوی مداخله دولت در توسعه می‌تواند شکل‌های متفاوتی به خود بگیرد. اگر با استفاده از الگوهای نهادگرا، هدف این باشد که دولت مداخله‌ای استراتژیک در ابعاد مختلف توسعه علم و تکنولوژی داشته باشد، لازم است فعالیت‌های مختلفی در این سطح انجام شود. اولویت‌بندی حوزه‌های مختلف علم و تکنولوژی و تعیین میزان دخالت دولت در آن عرصه‌ها شاید یکی از مهم‌ترین فعالیت‌ها در این سطح است. تعیین نقش‌های دولت در حوزه‌های مختلف با توجه به نقش‌های اشاره شده نیز از مهم‌ترین فعالیت‌هایی است که در این سطح باید تعیین شود. تهیه برنامه‌ها و سیاست‌های کلان توسعه علم و تکنولوژی کشور و بخش‌های مختلف اقتصادی نیز از دیگر فعالیت‌های این سطح است. به هر حال، در این سطح باید کلیه سیاست‌های کلان دولت در عرصه فعالیت‌های سطوح پایین‌تر؛ یعنی خلق، انتشار و بهره‌برداری از دانش شکل بگیرند و راهنمای عملی فعالیت‌های سطوح پایین‌تر باشند.

همان‌طور که در شکل ۵ دیده می‌شود، فعالیت‌های مرتبط با حوزه خلق دانش و نوآوری عبارت‌اند از:

۱. تسهیل و تأمین R&D: این فعالیت دربرگیرنده کلیه ورودی‌های لازم برای خلق دانش و نوآوری است که می‌تواند از طریق سرمایه‌گذاری، تسهیلات، مشوق‌ها، سوبسیدها و

غیره انجام شوند. توسعه نظام مالکیت فکری، افزایش سرمایه گذاری در تحقیق و توسعه، توسعه نقش و جایگاه مراکز استاندارد و ارائه مشوقها و سوبسیدهای مالیاتی و بازرگانی برای فعالیتهای R&D همه می توانند از مهم ترین نهادهای این فعالیت باشند.

۲. انجام R&D: این فعالیت دربرگیرنده کلیه خروجی های مرتبط با خلق دانش و نوآوری است که می تواند در قالب حق اختراعات، انتشارات، مقالات و غیره محقق شوند. توسعه نهادهای تحقیقاتی، افزایش تعداد انتشارات و مقالات بین المللی، افزایش تعداد حق اختراعات و غیره می توانند بیان کننده فعالیت صحیح در این حوزه باشد.

در حوزه انتشار دانش و نوآوری نیز می توان به دو فعالیت اشاره کرد که عبارتند از:

۱. توسعه نیروی انسانی: این فعالیت به انتشار هر چه بیشتر دانش و تکنولوژی در سطح ملی منجر می شود و یادگیری ملی را افزایش می دهد. از طرف دیگر، این فعالیت می تواند زیرساخت های لازم برای انتشار و انتقال دانش و فناوری را در سطح ملی ایجاد کند. افزایش سرمایه گذاری در آموزش عالی، توسعه نهادهای آموزش عالی، افزایش سطح سواد جامعه، افزایش آموزش های فنی و حرفه ای و مهندسی و غیره نیز از مهم ترین فعالیت های این حوزه است.

۲. انتشار و انتقال تکنولوژی: این فعالیت همان طور که از نامش پیداست، در این کارکرد که یکی از مهم ترین کارکردهای نظام ملی نوآوری است، زمینه تعامل درونی و بیرونی نظام ملی نوآوری و نهادهای درگیر در آن را فراهم می کند. یادگیری تعاملی مهم ترین موضوعی است که در این کارکرد اتفاق می افتد و از طریق شبکه سازی، همکاری های تکنولوژیک، انتقال تکنولوژی و غیره امکان تحقق آن وجود دارد. توسعه زیرساخت های اطلاعاتی کشور، توسعه دسترسی به اینترنت و افزایش سرمایه گذاری در ICT مواردی هستند که زیربنای انتشار دانش را فراهم می کنند و از طرف دیگر، توسعه همکاری های بین المللی در زمینه علم و تکنولوژی، انتقال تکنولوژی به روش های مختلف، توسعه مقالات و حق اختراعات مشترک بین المللی می تواند به انتشار دانش در سطح نظام ملی نوآوری منجر شوند.

فعالیت‌های مرتبط با حوزه بهره‌برداری از دانش و نوآوری نیز عبارت‌اند از:

۱. ارتقای کارآفرینی تکنولوژی: کارآفرینی به معنای ایجاد شرایط لازم برای به بهره‌برداری رساندن نتایج خلاقیت‌ها و اختراعات در قالب محصولات ارزش بازاری دارد. این شرایط می‌تواند از طرق مختلفی فراهم و در قالب شاخص‌های خاصی نیز خروجی‌های آن متبلور شود. این کارکرد در برگیرنده ایجاد شرایط سرمایه‌گذاری مناسب در زمینه کارآفرینی و همچنین، میزان ظهور و بروز شرکت‌ها و سازمان‌های کارآفرین و نوآور در عرصه ملی است. توسعه پارک‌های علمی و فناوری، انکوباتورها، کمک به زایش صنعتی، افزایش شاخص‌های مرتبط با توسعه محصولات نوآورانه و کمک به شرکت‌های نوآور و خلاق به خصوص در حوزه‌های تکنولوژی برتر می‌تواند از فعالیت‌های این حوزه باشد.

۲. تولید کالا و خدمات: در نهایت، یک نظام ملی نوآوری باید بتواند خلاقیت‌ها، اختراعات و فعالیت‌های علمی و تکنولوژیک خود را پس از کارآفرینی به مرحله تولید در قالب کالا و خدمات برساند. هر چه یک نظام ملی نوآوری بتواند محصولات نوآورانه‌ای را در حوزه‌های با تکنولوژی سطح بالا به مرحله تولید برساند، توان آن در این کارکرد بیشتر خواهد بود. افزایش بهره‌وری صنایع تولیدی و خدماتی، افزایش مشارکت بخش خصوصی در توسعه محصولات با تکنولوژی سطح بالا، بهبود تراز تجاری محصولات با تکنولوژی سطح بالا در معاملات تجاری و پیوند خوردن علم و تکنولوژی با تولید کالا و خدمات از مهم‌ترین مسائل این حوزه است.

۲.۴. نقش و جایگاه جامعه مهندسی در چارچوب الگوی توسعه علم و تکنولوژی

در نظریه‌های نهادگرایان در باره توسعه صنعتی کشورهای در حال توسعه بیان می‌شود که این کشورها معمولاً از طریق یادگیری، اقتباس و تقلید تکنولوژی به توسعه دست می‌بندند و در واقع، در این نظریه‌ها بر اصل میانبر زدن تکنولوژیک تأکید می‌شود [۲]. به عقیده نهادگرایان، در فرایند توسعه صنعتی بر اساس راهبرد یاد شده، چهار نهاد نقش کلیدی ایفا

می‌کنند که عبارت‌اند از: دولت متعهد به توسعه، بنگاه‌های توانمند، مهندسان به‌عنوان گیرندگان تکنولوژی (Gatekeepers)، و کارگران آموزش‌دیده و ماهر با دستمزد پایین. پس یکی از مهم‌ترین ابعاد توسعه در یک دیدگاه نهاد‌گرایی مهندسان به‌عنوان گیرندگان و توسعه‌دهندگان تکنولوژی و دروازه‌های توسعه صنعتی هستند. به عقیده نهاد‌گرایان از آنجا که عمدتاً تکنولوژی‌های بالغ و جا افتاده به کشورهای در حال توسعه انتقال می‌یابد، چگونگی جذب، انطباق، بهینه‌سازی و بهره‌برداری تکنولوژی‌های دریافتی بسیار حائز اهمیت است. از این رو، مهندسان حقوق‌بگیر (و نه مالک) در فرایند توسعه صنعتی کشورهای در حال توسعه نقش کلیدی ایفا می‌کنند، چرا که آنها کلیدی‌ترین عناصر گیرنده (Gatekeeper) تکنولوژی‌های انتقال یافته هستند. در واقع، مهندسان از طریق مهندسی بر دریافت، تکنولوژی‌های وارداتی را جذب، بهینه‌سازی و به مرحله بهره‌برداری می‌رسانند و از این طریق فرایند یادگیری را شتاب می‌بخشند.

بر این اساس، نهاد‌گرایان معتقدند که برخلاف کشورهای صنعتی، که تمرکز استراتژیک یک بنگاه روی بخش تحقیق و توسعه (R&D) است، در کشورهای در حال توسعه تمرکز استراتژیک بنگاه‌ها روی فرایند تولیدی است، جایی که مهندسان حقوق‌بگیر عوامل اصلی تسریع فرایند یادگیری تکنولوژیک به‌شمار می‌آیند و لذا، انجام سرمایه‌گذاری‌های عظیم برای آموزش و تربیت مهندسان مورد نیاز در فرایند توسعه صنعتی را توصیه می‌کنند. در این بخش با تحلیل الگوی مفهومی ارائه شده در بخش قبل، جایگاه مهندسی در هر کدام از کارکردها و فعالیت‌های تعریف شده در این الگو بیان خواهد شد.

همان‌طور که در شکل ۶ دیده می‌شود، در چارچوب الگوی مطلوب سیاستگذاری علم و تکنولوژی می‌توان نقش‌های مختلفی را برای بخش مهندسی در یک الگوی نهاد‌گرا و مبتنی بر نظام ملی نوآوری متصور شد. در حوزه سیاستگذاری می‌توان به توسعه کانون‌های تفکر جامعه مهندسی اشاره کرد که می‌تواند راهکارها و راهنمایی‌های مناسبی را به بدنه‌های مختلف سیاستگذاری در عرصه علم و تکنولوژی ارائه دهند. توسعه چنین کانون‌های تفکری می‌تواند به توسعه بخش مهندسی در سیاستگذاری‌های کلان توسعه علم

و تکنولوژی در کشور کمک شایانی کند. از طرف دیگر، با توجه به ملاحظات اشاره شده در دیدگاه نهادگرایی و توجه به میانبر زدن تکنولوژی، لازم است که توسعه مهندسی و علوم و تکنولوژی‌های مرتبط با آن در اولویت سیاستگذاری‌های کلان توسعه قرار گیرد. از این‌رو اولویت‌گذاری توسعه تحقیقات توسعه‌ای و مهندسی در کشور و همچنین، اولویت‌گذاری توسعه منابع انسانی مورد نیاز در این بخش از مباحث مهمی است که باید در این حوزه مورد توجه قرار گیرد. هدفگذاری برای توسعه بخش مهندسی در حوزه‌هایی که باعث ایجاد مزیت رقابتی می‌شوند و توان تکنولوژیک ملی را افزایش می‌دهند، به خصوص در تکنولوژی‌های برتر، از موضوعات مهم این بخش است. جزئیات حوزه‌ها و وظایف مهندسی به شرح زیر است.

الف- در حوزه خلق دانش می‌توان به موارد مهمی در زمینه توسعه علم و تکنولوژی در بخش مهندسی اشاره کرد. حمایت از تحقیقات مهندسی و توسعه‌ای و افزایش بودجه‌های تحقیقاتی در این بخش از یک سو و تشویق و حمایت از تحقیقات توسعه‌ای در بخش خصوصی با استفاده از یارانه‌ها و کمک‌های مالیاتی یا بازرگانی از سوی دیگر، می‌تواند از مهم‌ترین شرایط تسهیل‌کننده خلق دانش در بخش مهندسی باشد. بهبود استانداردهای مهندسی و توسعه قوانین حمایتی در زمینه مالکیت فکری برای حمایت از نتایج دستاوردهای تحقیقاتی به خصوص در بخش مهندسی نیز از مهم‌ترین شرایط تسهیل‌کننده در این عرصه به شمار می‌رود. از سوی دیگر، افزایش شرکت‌ها و سازمان‌های انجام‌دهنده تحقیقات توسعه‌ای و مهندسی می‌تواند به افزایش خروجی‌های این بخش در زمینه خلق دانش منجر شود. افزایش تعداد مقالات بین‌المللی و حق اختراعات ثبت شده به صورت بین‌المللی در حوزه‌های مهندسی و نه صرفاً تحقیقات پایه‌ای نیز از مهم‌ترین مؤلفه‌های خلق دانش در این حوزه است.

ب- در حوزه انتشار دانش مباحث مهمی در زمینه توسعه بخش مهندسی جلوه‌گر می‌شود. افزایش انتقال تکنولوژی در بخش‌های مهندسی، چه به صورت همکاری‌های تحقیقاتی و تکنولوژیک و چه به صورت انتقال تجهیزات تکنولوژیک در بخش‌های

مورد نیاز و اولویت دار توسعه به خصوص در حوزه تکنولوژی‌های برتر، از اهمیت زیادی برخوردار است. توسعه زیرساخت‌های اطلاعاتی لازم برای انتشار تکنولوژی در سطح ملی و تعامل آن با بخش بین‌المللی نیز از مهم‌ترین عوامل توسعه بخش مهندسی در حوزه انتشار دانش است. افزایش زیرساخت‌های اطلاعاتی مانند دسترسی به اینترنت، توسعه شبکه‌ها و بانک‌های اطلاعاتی مرتبط با نتایج تحقیقات در حوزه مهندسی و ایجاد شرایط لازم برای اطلاع از آخرین دستاوردهای علمی در حوزه مهندسی از مباحث مهمی است که در این حوزه مطرح می‌شوند. شاید به جرئت بتوان گفت که مهم‌ترین عامل توسعه کشورها منابع انسانی کارآمد و متناسب با اهداف توسعه است. در حوزه انتشار دانش مهم‌ترین مبحث توسعه نیروی انسانی است. توسعه نیروی انسانی مهندسی شاید از مهم‌ترین مؤلفه‌های توسعه در کشورهای در حال توسعه و از عوامل اصلی میانبر زدن تکنولوژیک است. توسعه دانشگاه‌های مهندسی و اولویت‌دادن به پرورش نیروهای انسانی در بخش مهندسی اولین فعالیت‌های اساسی در این حوزه است. برنامه‌ریزی حال و آینده آموزشی باید مرتبط با توسعه فناوری باشد. ماهیت آموزش باید با نیازهای توسعه ملی منطبق باشد و ایجاد سطح قابل پذیرش اقتصادی - اجتماعی جامعه و آماده‌سازی زمینه پژوهش برای توسعه کشور را تأمین کند. از آنجا که فعالیت‌های مهندسان و دانشمندان علوم مهندسی باید عمده‌تاً در چارچوب نیازهای صنایع کشور متمرکز شود، برقراری ارتباط قوی و منطقی میان صنایع و نظام آموزش مهندسی کشور لازم است. آموزش رسمی علوم و مهندسی نمی‌تواند جریان گذشته را حفظ کند. آموزش‌های قرن بیستم برای قرن بیست و یکم مناسب نیستند. ما نمی‌توانیم دانشجویان خود را برای مشاغل آموزشی دهیم که در آینده وجود نداشتن آنها محتمل است [۳، ۴ و ۵]. در بحث آموزش مهندسی نیز، مانند بسیاری دیگر از مباحث مربوط به سیاستگذاری، مهم‌ترین مؤلفه داشتن برنامه‌ریزی‌ها و سیاستگذاری‌های دقیق و تخصصی است و اتفاقاً در اینجا ما با مشکلات عدیده‌ای روبه‌رو هستیم. کاری که سیاستگذاری آموزشی مهندسی می‌تواند انجام دهد، علاوه بر تعیین اولویت‌ها، ارزیابی نظام مند مزایای بالقوه و بلندمدت آموزش مهندسی است. این سیاستگذاری همچنین، باید

تصویری از وضع مطلوب آموزش مهندسی ارائه کند.

یکی از شاخص‌هایی که نشان‌دهنده سیاست‌های آموزشی یک کشور است، توزیع دانشجویانی است که در آن کشور به دانشگاه راه می‌یابند. در واقع، دانشگاه وظیفه دارد نیروهای مورد نیاز برای رسیدن به اهداف توسعه را فراهم کند؛ پس قاعدتاً از روی توزیع دانشجویانی که به دانشگاه وارد می‌شوند، می‌توان به نیازها و در نتیجه برنامه‌های آتی کشور پی برد. برای بررسی دقیق‌تر، توجه ویژه خود را به دو حوزه خاص از علوم معطوف می‌کنیم که عبارت‌اند از: علوم طبیعی و علوم مهندسی. منظور از علوم طبیعی فیزیک و وابستگی‌اش، نجوم و علوم فضایی، شیمی و وابستگی‌اش، زمین‌شناسی، ژئوفیزیک، کانی‌شناسی، جغرافیای فیزیکی، مردم‌شناسی فیزیکی و دیگر علوم جغرافیایی، هواشناسی و دیگر علوم جوی شامل مطالعات اقلیمی، علوم دریایی، آتشفشان‌شناسی و دیرینه‌شناسی است. همچنین، منظور از علوم مهندسی مکانیک، طراحی، فلزکاری، برق، الکترونیک، ارتباطات، انرژی و شیمی، نگهداری وسایل نقلیه، نقشه‌برداری و امثال آن است [۶]. اگر بپذیریم که علوم طبیعی ارتباط نزدیکی با تحقیقات بنیادی و علوم مهندسی ارتباط نزدیکی با تحقیقات توسعه‌ای دارند، می‌توانیم از روی نیازی که کشورها به دانش‌آموختگان در هر یک از این دو حوزه دارند، از برنامه‌های آتی هر کشور برای توسعه آگاه شویم. در واقع، با بررسی اجمالی درصد پذیرش دانشجو در هر کدام از حوزه‌های علوم پایه و علوم مهندسی، می‌توان به همراستایی آن با نوع سیاست کشورها برای توسعه علم و تکنولوژی خود پی برد. به عنوان مثال، کشورهای چین، ژاپن، کره جنوبی و تایوان تمرکز خود را بر توسعه مهندسی، بهبود تدریجی و توجه به تحقیقات توسعه‌ای نهاده‌اند؛ به همین دلیل، در این کشورها نسبت پذیرش دانشجویان علوم مهندسی در مقابل دانشجویان علوم پایه بسیار بالا است، به طوری که این نسبت برای کشورهای ژاپن و تایوان به ترتیب ۷,۳۶ و ۱۷,۲۲ است و برای کشورهای چین و کره جنوبی نیز به ترتیب

۳,۴۶ و ۴,۲۱ است. در کشوری مانند چین حدود ۳۹ درصد از دانشجویان ورودی در علوم مهندسی تحصیل می‌کنند و این موضوع حرکت یکپارچه و همراستای پرورش نیروی انسانی توسط دانشگاه‌ها و نیازمندی‌های کلان این کشور را در موقعیت کنونی به خوبی نشان می‌دهد [۳]. در برخی کشورهای دیگر مانند آمریکا و انگلستان که بیشتر بر حرکت‌های رادیکالی در زمینه علم و تکنولوژی تأکید دارند و توجه به تحقیقات پایه‌ای را در اولویت قرار داده‌اند، به خوبی دیده می‌شود که پرورش دانشجو در دانشگاه‌ها کاملاً همسو با این سیاست‌هاست. آمارها نشان می‌دهد که نسبت پذیرش دانشجویان مهندسی به دانشجویان علوم پایه در کشورهای آمریکا و انگلستان به ترتیب ۰,۷۱ و ۰,۶۲ است که مؤید حرکت نظام آموزش عالی این کشورها همگام با سیاست‌ها و نیازمندی‌های بلندمدت آنهاست [۷]. بررسی این شاخص برای کشورمان نشان می‌دهد که نسبت پذیرش دانشجوی مهندسی به دانشجوی علوم پایه در حدود ۱,۶۶ است که سیاست معنادار و هدفمندی از این نسبت حاصل نمی‌شود. با توجه به اینکه در شرایط کنونی، کشور ما ناچار به توسعه مهندسی و تأکید بر تحقیقات توسعه‌ای است تا بتواند شکاف علمی و تکنولوژیکی خود را تا حدی کاهش دهد، پرورش منابع انسانی لازم برای این توسعه، نیازمند سیاست‌گذاری دقیق‌تر و هدفمندتر در جذب دانشجویان است. در شرایط کنونی، چنین نسبتی در پذیرش دانشجویان مهندسی به علوم پایه نمی‌تواند کمک چندانی به توسعه صنعتی کشور کند. بالا بردن تعداد دانشجویان مهندسی نسبت به علوم پایه اگر با افزایش کیفیت دوره‌های آموزشی دانشگاه‌ها همراه باشد، می‌تواند نقشی حیاتی در فرایند توسعه صنعتی کشور ایفا کند [۸].

پ- در حوزه بهره‌برداری از دانش نیز می‌توان به مواردی مهمی اشاره کرد که نقش و جایگاه مهندسی را در توسعه علم و تکنولوژی کشور بسیار پررنگ می‌کند. حمایت از شرکت‌های خلاق و نوآور در بخش مهندسی به خصوص در حوزه تکنولوژی‌های برتر و

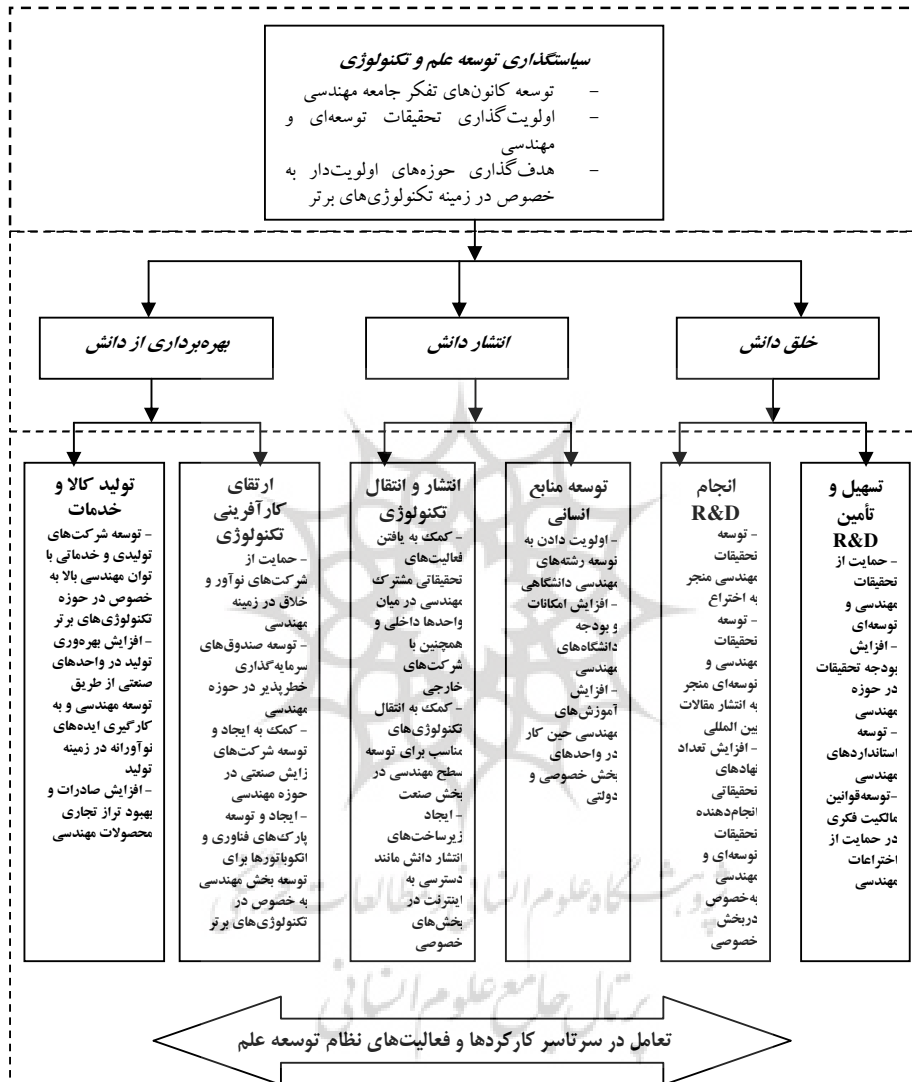
همچنین، توسعه صندوق‌های سرمایه‌گذاری خطرپذیر برای حمایت از این شرکت‌ها می‌تواند به نقش‌های قابلیت‌گویی و پرورشگری دولت در زمینه توسعه کمک فراوانی کند. توسعه پارک‌های علمی و فناوری و انکوباتورها (مراکز رشد) نیز در پرورش قابلیت‌های مهندسی به نوآوری‌های تجاری بسیار حیاتی و ضروری منجر می‌شود. کمک به ایجاد و توسعه شرکت‌های زایش صنعتی با ایده‌های نوآورانه که از شرکت‌های بزرگ یا از دانشگاه‌ها نشئت گرفته‌اند نیز از موارد مهمی است که در سیاستگذاری کلان توسعه علم و تکنولوژی به خصوص در حوزه مهندسی از اهمیت فراوانی برخوردار است. از سوی دیگر، پیوند دادن این شرکت‌های خلاق و نوآور در بخش مهندسی با توسعه کالاها و خدمات تجاری نوآورانه به خصوص در حوزه تکنولوژی‌های برتر از یک سو و استفاده از این توانمندی‌ها در جهت توسعه بهره‌وری بخش‌های تولیدی و خدماتی نیز از مهم‌ترین مسائلی است که می‌تواند پیوند دهنده سیاست‌های کلان علم و تکنولوژی کشور با سیاست‌های کلان توسعه صنعتی کشور باشد. این ارتباط و تعامل باید در شاخص‌های مختلفی مانند افزایش سهم تولیدات محصولات با تکنولوژی برتر و یا افزایش صادرات محصولات با تکنولوژی برتر و بهبود تراز تجاری کشور در این حوزه‌ها همراه باشد. بنابراین، برای دستیابی به نتایج ملموس در توسعه علم و تکنولوژی لازم است که:

- ارتباط و تعامل گسترده میان بخش علمی کشور و بخش صنعتی کشور شکل بگیرد.
- بخش صنعتی کشور به توسعه علم و تکنولوژی به عنوان یک الزام در جهت افزایش رقابت‌پذیری در سطح بین‌المللی نگاه کند.

ایجاد یک ساختار رقابتی در عرصه اقتصاد از یک سو و ایفای مناسب نقش‌های قابلیت‌گویی و پرورشگری که قبلاً به آنها اشاره شد، از سوی دیگر، می‌تواند تضمین‌کننده ایجاد این ارتباط در سطح کلان باشد.

همان‌طور که ذکر شد، در همه کارکردها و فعالیت‌های موجود در الگوی

سیاست‌گذاری علم و تکنولوژی کشور می‌توان نقش‌های مهمی را به بخش مهندسی اختصاص داد و با توجه به ضرورت میانبر زدن تکنولوژیک و توسعه مهندسی محور کشور ما به عنوان یک کشور در حال توسعه این نقش و اهمیت بسیار مهم و پررنگ می‌شود. در شکل ۶ این چارچوب کلی با توجه به اهمیت بخش مهندسی به تصویر کشیده شده است. البته، شایان ذکر است که این چارچوب صرفاً می‌تواند ابعاد مختلف یک نظام توسعه علم و تکنولوژی و چارچوب آن را به تصویر بکشد و برای یک الگوی جامع لازم است که بیشتر تحقیق شود تا با تحلیل شرایط موجود و مقایسه با دیگر کشورها و به تصویر کشیدن شرایط مطلوب و بومی، الگویی جامع و اجرایی ارائه شود. البته، تحلیل سیاست‌گذاری علم و فناوری بررسی کشور جهان قبلاً ارائه شده [۹] و مقایسه تطبیقی توسعه علم و فناوری بین ایران و چند کشور بهتر انجام گرفته [۱۱] که می‌توان از ابعاد مختلف نقش و جایگاه مهندسی در توسعه عملی و فناوری و صنعت را در آنها ملاحظه کرد.



شکل ۶: جایگاه مهندسی در الگوی مطلوب سیاستگذاری علم و تکنولوژی کشور

۵. نتیجه گیری

مطالعات سیاستگذاری برای توسعه علم و فناوری در حوزه مهندسی به منظور توسعه صنعتی و اقتصادی و رفاه اجتماعی که از محورهای توسعه پایدار محسوب می‌شود، نشان می‌دهد که:

۱. تلاش برای به رسمیت شناختن نوآوری [۱۲] به عنوان پایه‌های اصلی هم در «سیاستگذاری فناوری» و هم در «سیاستگذاری اقتصادی» و تلاش برای ایجاد اتفاق نظر در خصوص آن در جامعه راهبردی مهم محسوب می‌شود.
۲. اتخاذ سیاست‌های شفاف و منطقی در اولویت‌گذاری اهداف تحقیق و توسعه، در عین حال دارای رویکردهای کیفی بر محور نوآوری ضروری است.
۳. هدفگذاری گسترده به منظور برقراری توازن بین اعتبارات تخصیصی داخلی و در صورت امکان سرمایه‌گذاری‌های خارجی در دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی دولتی «انسجام بین سرمایه‌های جذب شده از کشورهای خارجی و از صنایع داخلی» باید در برنامه‌ها لحاظ شود.
۴. رشد و پرورش افرادی که در حوزه علم و فناوری فعالیت می‌کنند، با تأکید بر ارتقای مهارت‌های علمی دانشجویان دوره دکتری و پژوهشگران فوق دکتری (به عنوان پژوهشگر ارشد) و ایجاد انگیزه در نیروی انسانی در گروه علوم مهندسی از بخش‌های زیر ساختار توسعه محسوب می‌شود.
۵. ترویج دایمی نوآوری منطقه‌ای از طریق مشارکت دولت مرکزی و جوامع محلی به عنوان فرایند مؤثر برای مرتبط ساختن فعالیت‌های علم و فناوری در منطقه به منظور تقویت و رونق بخشیدن به اقتصاد و صنعت منطقه‌ای و ملی از رویکردهای مهم است.
۶. بر تعریف مأموریت‌های ویژه برای مراکز تحقیقات دولتی در نظام همکاری صنعت-دانشگاه و دولت باید تأکید شود.
۷. در حالی که کشورهای پیشرفته و مترقی حاصل دستاوردهای علم و فناوری را به منزله نیروی محرکه برای شکوفایی اقتصادی مطرح می‌کنند، کشورهای در حال توسعه

مزیت علم و فناوری را به منزله رسیدن به کشورهای پیشرفته و کسب ثروت تلقی می‌کنند، لذا، با حفظ ارتقای علمی سیاستگذاری‌ها باید با شناخت از روند آن در جهان صورت گیرد.

۸. بدون پشتوانه و حمایت دولت ترویج و عمومی کردن نوآوری توسعه علمی و فناوری ناممکن است. به‌خصوص، برای فراگیر کردن و میدان دادن به نوآوری در کشور لازم است این امر قویاً مورد حمایت قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از مرکز مطالعات شریف که در تدوین الگوی نوآوری همکاری داشته‌اند، سپاسگزاری می‌شود.

مراجع

۱. محمود یعقوبی، محمد مهدی غفاری و مریم پاکپور، آینده نگری فناوری ابزار سیاستگذاری علم و فناوری، مطالعه تطبیقی ۳۰ کشور جهان، همایش آینده پژوهش و چشم انداز توسعه، خرداد ۸۵، دانشگاه امیرکبیر، ۱۳۸۵.
۲. محمود یعقوبی و همکاران، الگوی مناسب توسعه علم و فناوری با تأکید بر علوم مهندسی در ایران، جلد چهارم گزارش چهارم، گروه علوم مهندسی، فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران، ۱۳۸۵.
۳. پرویز دوامی، آموزش مهندسی و نیازهای در ایران، فصلنامه آموزش مهندسی، شماره ۱، سال اول، ۱۳۷۸.
۴. محمود یعقوبی و کیان عزیزیان، اخلاق در حرفه مهندسی، درسی برای دانشجویان مهندسی، فصلنامه آموزش مهندسی ایران، شماره ۲، سال پنجم، ۱۳۸۲.
5. J. Dulevicius & T. Nagineviciene, Engineering Communication, Global

- J.of Engineering Education, Vol. 9, No. 1, pp. 19-25, 2005.
6. International Standard Classification of Education (Ist ED 96), <http://www.uvesro.org/>.
 7. Science and Engineering Indication, National Science Foundation Washington, 2004.
۸. محمود یعقوبی و کیان عزیزیان، گسترش دوره‌های دکترای مهندسی و اهمیت روش تحقیق، فصلنامه آموزش مهندسی ایران، شماره ۲۹، سال هشتم، ۱۳۸۵.
۹. محمود یعقوبی و محمد مهدی غفاری، تحلیل سیاست‌های علم و فناوری در کشورهای مختلف، همایش آینده پژوهی و فناوری چشم انداز توسعه، خرداد ۸۵، دانشگاه امیر کبیر، ۱۳۸۵.
10. Joanna Southward, Boosting the competitiveness of Europe's Mechanical Engineering Industry, Europe-Info-ASME, Issue 3, Aug. 2006.
۱۱. محمود یعقوبی و همکاران، مطالعه تطبیقی تولید علم و فناوری در مهندسی با چند کشور، فصلنامه آموزش مهندسی ایران، شماره ۳۱، سال هشتم، ۱۳۸۵.
12. W. Aung, M. H. W. Hoffman, N. W. Jern, R. W. King & L. M. S. Ruiz, Innovations, World Innovations in Engineering Education and Research, Begell House Publishing, 2003.

(تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۵/۶/۲۸)