

گامی به سوی الگوی بومی تحول فناوری



دکتر صادق واعظ زاده
دانشیار دانشکده فنی - دانشگاه تهران

چکیده

توسعه مبتنی بر دانایی مستلزم تعیین سیاست‌ها و راهبردهای ملی علم و فناوری است. انتخاب الگوی مناسب تحول فناوری از میان الگوهای شناخته شده بین‌المللی یا تبیین و تدوین الگوی بومی تحول فناوری، پیش‌تاز تعیین سیاست‌ها و راهبردهای مذکور است. این الگو نحوه تولید، توسعه و کاربرد فناوری و رابطه آنرا با علم، صنعت و بازار و به طور کلی با اجتماع، اقتصاد و فرهنگ تبیین می‌کند. در این نوشتار، انتخاب یا تدوین الگوی تحول فناوری با توجه به شرایط موجود ایران مورد بررسی قرار می‌گیرد. برای این منظور ابتدا الگوهای بین‌المللی تحول فناوری نظیر الگوی مخترعان، الگوی خطی و الگوی تقاضا محور و عوامل مقوم و شرایط بروز و تحقق آن‌ها مورد بررسی و ارزیابی قرار می‌گیرد. پس از آن مزایای نسبی محیطی مورد مطالعه واقع می‌شود تا تناسب هر یک از الگوهای مذکور با اوضاع و احوال کشور مشخص شود. حاصل بررسی و مطالعه مذکور آن است که اولاً هیچ‌یک از الگوهای شناخته شده منطبق بر شرایط کشور نیست و عوامل و زمینه‌های ضروری آن به طور کامل فراهم نمی‌باشد. ثانیاً برخی عوامل و زمینه‌های مورد نیاز برای تحقق بعضی از الگوها به درجات مختلف موجود است. بنابراین دو گزینه برای تعیین الگوی تحول فناوری متصور است.

- از میان الگوهای بین‌المللی، الگوی مناسب‌تر انتخاب شود و سیاست‌ها و راهبردهای توسعه علم و فناوری ملی به گونه‌ای تعیین گردد که عوامل و شرایط تحقق این الگو هر چه بیشتر فراهم شود.

- با استفاده از تجارب ناشی از تحقق الگوهای بین‌المللی، الگوی بومی تحول فناوری تدوین شود.

در ادامه مقاله با تأکید بر مزایای نسبی محیطی در کشور، طرح کلی الگوی بومی تحول فناوری پیشنهاد شده و به برخی الزامات تحقق آن اشاره می‌گردد.

کلید واژه :

تولید و تحول فناوری، الگوی تحول فناوری، تحقیقات بنیادی، تحقیقات کاربردی، دانشگاه، صنعت و دولت.

مقدمه

اگر در پی تعیین سیاست‌ها و راهبردهای علم و فناوری هستیم ابتدا باید مقدمات آنرا فراهم آوریم. یکی از این مقدمات، انتخاب یا تدوین الگو یا مدل مناسب تحول فناوری است. اما باید توجه داشت که عوامل و شرایط اساسی تحقق هر الگوی تحول فناوری عمدتاً ریشه‌های اقلیمی و تاریخی دارد که باز تولید آن در مکان و زمانی دیگر غیر ممکن است. بنابراین باید از تجارب ناشی از تحقق الگوهای بین‌المللی استفاده کرد. البته این به مفهوم در انداختن طرحی کاملاً بدیع و بی سابقه نیست. چرا که تحول فناوری افزون بر خصیصه‌های زمانی و مکانی، واجد خصوصیات عام نیز هست که ریشه در ماهیت فناوری دارد. لذا الگوهای دیگر علی‌رغم ویژگی‌های اقلیمی و تاریخی، کم و بیش قابل استفاده‌اند. از طرف دیگر وجود برخی عوامل و شرایط مساعد برای تحقق سایر الگوها در کشور، حاکی از آن است که الگوی بومی تشابهی با الگوهای شناخته شده خواهد داشت. این الگو از یک طرف وضعیت توسعه و پیشرفت فناوری در یک جامعه و یا یک بنگاه را معلوم می‌کند. به این مفهوم که مشخص می‌سازد ساز و کار طبیعی تولید و کاربرد فناوری چگونه است، عوامل اصلی آن کدام است و رابطه‌اش با مقولاتی اساسی مثل علم، صنعت و بازار و به‌طور کلی با اقتصاد، اجتماع و فرهنگ چیست؟ از طرف دیگر متضمن دلالت‌هایی برای سیاست‌گذاری و تعیین راهبردهای علم و فناوری است، بنابراین پیشنهاد تعیین سیاست‌ها و راهبردها است. با قدری تسامح می‌توان گفت که سیاست‌ها و راهبردها عمدتاً باید و نبایدها را بیان می‌کنند؛ در حالی که الگوی تحول، بیشتر به تشریح و تحلیل هست‌ها می‌پردازد.

یافتن کمبودهایی است که در سازو کارها دیده می‌شود. یک سؤال اساسی این است که آیا باید یکی از الگوهای موجود تحول فناوری را انتخاب کنیم یا الگوی جدیدی را تدوین و ارائه نماییم؟ برای پاسخ دادن به این سؤال ابتدا باید الگوهای موجود را مورد مطالعه و بررسی قرار داد؛ پس از آن شرایط و عوامل و وضعیت کنونی کشور را شناخت و سپس نسبت بین این شرایط و آن الگوها را مطالعه کرد. طی کردن این مراحل در نهایت ما را به تناسب الگوهای موجود با شرایط و وضعیت کشور واقف خواهد ساخت. اگر این مطالعات به انتخاب الگوی مناسبی منجر نشود، آنگاه باید تدوین و ارائه الگوی جدیدی را ضروری دانست. بنابراین مدل مطالعه برای تعیین الگوی تحول فناوری را در قالب مراحل زیر می‌توان طراحی کرد:

- الف- بررسی الگوهای موجود و تعیین عوامل مقوم و شرایط تحقق آنها
- ب- تحلیل مزایای نسبی محیطی برای توسعه فناوری
- ج- بررسی تطبیقی مزایای محیطی و عوامل و شرایط تحقق هر الگو
- د- تعیین درجه تناسب الگوها
- ه- انتخاب یا تدوین الگوی مطلوب بر طبق این مدل ابتدا به بررسی الگوهای موجود در جهان می‌پردازیم.

الگوهای تحول فناوری موجود

در منابع مربوط به مدیریت فناوری به چهار الگوی تحول فناوری اشاره شده است. در این بخش الگوهای مذکور را به ترتیب تقدم زمانی به طور خلاصه بررسی می‌نماییم [۲۱].

الف. الگوی مخترعان

الگوی مخترعان یک الگوی قدیمی است و وضعیت تولید فناوری در آمریکا و اروپا را در اواخر قرن نوزدهم و اوایل قرن بیستم میلادی بیان می‌کند. مخترعانی مانند ادیسون، گراهام بل و

مدل مطالعه

الگوها را می‌توان برخاسته و یا تکمیل شده و تئوریزه شده واقعیات دانست. چرا که وظیفه یک الگو در واقع، جهت دادن به واقعیتهای موجود و

در دراز مدت می‌تواند متمر ثمر باشد. در حدود سال‌های مزبور بسیاری از شرکت‌های بزرگ به‌ویژه در آمریکا با پیروی از این الگو پژوهش‌های بنیادی پر هزینه و گسترده‌ای را سامان دادند و دانشمندان خود را آزاد گذاشتند تا ایده‌های علمی خود را با هزینه‌های سنگین پیگیری کنند.

ج. الگوی تقاضا محور

تلاش علمی بر طبق الگوی خطی در برخی از موارد توانست به نتایج مطلوبی منتهی شود. اما با گذشت زمان ثابت شد که بسیاری از فناوری‌های جدید نمی‌تواند محصول پژوهش‌های بنیادی باشد؛ بلکه از ترکیب دو فناوری موجود، یا از بهبود جزئی و تدریجی یک فناوری جاری حاصل می‌شود. به عنوان مثال ژاپنی‌ها در دهه ۶۰ و ۷۰ قرن بیستم میلادی تولید علمی زیادی نداشتند و به این صورت عمل می‌کردند که یک فناوری خارجی را انتخاب کرده و به کاربردی کردن و پرورش آن همت می‌گماردند و در نهایت آن را به فناوری بهبود یافته و محصولات صنعتی جدید تبدیل می‌کردند. الگوی آن‌ها که بعداً به الگوی تقاضا محور موسوم شد با پژوهش بازار شروع می‌شود و بعد از مشخص شدن تقاضا، به جای تحقیق بنیادی و تولید علم، مستقیماً به تحقیق کاربردی و تولید توسعه فناوری می‌پردازد. این الگو بعد از مدتی در کشورهای اروپایی و آمریکایی مورد استفاده قرار گرفت. محرک فناوری بر طبق این الگو را می‌توان بازار دانست و مراحل آن‌را به صورت زیر خلاصه نمود:

- پژوهش بازار و تعیین تقاضا
- پژوهش کاربردی و تولید فناوری
- ساخت و تولید
- تحویل و فروش

د. الگوی ترکیبی

این الگو می‌کوشد تا مزایای دو الگوی اخیرالذکر را گرد هم آورد. از یک طرف پیشرفت‌های علمی (عرضه) را در تولید فناوری

برادران رایت از جمله کسانی هستند که تحولات عمده این دوره را در قالب الگوی مذکور رهبری می‌کردند. این الگو، فناوری جدید را نتیجه تلاش فردی یک ذهن فعال و خلاق می‌داند که بدون ارتباطی منسجم و پیوسته با اختراعات قبلی و حتی بدون اتکاء به دستاوردهای علمی، اقدام به نوآوری می‌نماید. عوامل آمادگی ذهنی و نیاز اجتماعی، پیش نیاز چنین تراوش‌های ذهنی است. مخترع، نیاز اجتماعی را با نبوغ فردی خود ترکیب کرده و به همت تلاش و پشتکار زیاد، زمینه ساز تحولی دفعی و بزرگ می‌شود. این الگو دارای نقاط ضعف چندی است؛ به عنوان مثال قابلیت اقتباس‌پذیری خیلی کمی داشته و نمی‌تواند برای یک بنگاه اقتصادی، صنعتی، مؤسسه پژوهشی و یا یک کشور به صورت روال عادی و دائمی درآید.

ب. الگوی خطی

الگوی خطی در اوایل قرن بیستم میلادی، هم‌زمان با رشد پژوهش‌های علمی ارائه شد و در حدود نیمه قرن مذکور با نتایج به‌دست آمده، دنیا را تحت تأثیر قرار داد. مراحل تولید و کاربرد فناوری را بر طبق این الگو می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد:

- پژوهش‌های بنیادی و کشف و وضع قوانین علمی
- تحقیق، توسعه و تولید فناوری
- طراحی و مهندسی
- ساخت و تولید
- بازاریابی و فروش

پیروان این الگو معتقدند که عامل اصلی تولید فناوری و ابداع صنعتی، پژوهش‌های بنیادی گسترده و عمیقی است که البته هزینه‌های سرسام آور و هنگفتی را در بر خواهد داشت. به عنوان مثال فناوری بمب اتمی محصول پروژه علمی و عظیم منهاتان بود. در واقع دستاورد علمی شکاف هسته اتم در آزمایشگاه بود که سرانجام به طراحی و ساخت بمب اتمی به فاصله حدود شش سال پس از دستاورد علمی مذکور منتهی شد. این الگو تنها

مهم‌ترین مزیت‌های نسبی جامعه ما نیروی انسانی ممتاز همراه با پیشینه فرهنگی غنی است. نیروی انسانی در ایران دارای ویژگی‌های زیر است:

- جوانی
- تیزهوشی زیاد
- علم دوستی زیاد
- بلند پروازی و تک روی
- احساسات قوی
- سخت کوشی قابل قبول
- خلاقیت قابل قبول

تیز هوشی، استعداد و علاقه علمی ایرانیان چه در سطح نوجوانان و جوانان و چه در سطح دانشمندان مورد تأیید سایر مردمان جهان قرار گرفته است. نگارنده این سطور که تخصصی در باب تحلیل علل تیز هوشی و استعداد برتر ایرانیان ندارد؛ با اتکاء به مشاهدات محدود خود، بررسی عامل تناسب و تنوع آب و هوا و به دنبال آن تنوع تغذیه را برای یافتن علت پیشنهاد می‌کند. پس از عامل انسانی به جرأت می‌توان پیشینه فرهنگی را مهم‌ترین مزیت ایران و ایرانیان دانست. این پیشینه فرهنگی، هویت ملی را برای ما به ارمغان آورده است. هویت ملی برای تداوم حیات، توسعه و پیشرفت یک ملت آنقدر مهم و اساسی است که می‌توان آن را مانند آب برای ماهی دانست. مثال آب و ماهی به‌ویژه برای ایران مصداق کامل دارد؛ زیرا از فرط بدهاقت، گاهی اهمیت هویت ملی مغفول می‌ماند. اگر مدتی در کشوری مثل کانادا زندگی کنیم که علی‌رغم دستاوردهای بزرگ اقتصادی و اجتماعی، از فقدان پیشینه فرهنگی و نقصان هویت ملی رنج می‌برد و برای جبران آن به هر تلاشی دست می‌یازد، به ارزش و اهمیت گوهر خود داشته، بیشتر واقف می‌شویم.

ممکن است کشور ما نسبت به کشورهای صنعتی فاقد زیر ساخت‌های توسعه، شناخته شود؛ لیکن اگر ایران را با کشورهای همسایه و به اصطلاح جهان سومی مقایسه کنیم و گستردگی و جمعیت کشور را نیز در نظر بگیریم، به وجود

مؤثر می‌داند و از طرف دیگر به نیاز بازار (تقاضا) توجه می‌کند. الگوی ترکیبی در دهه ۷۰ و ۸۰ قرن گذشته میلادی در ژاپن، کره و آمریکا تدوین شد و از آن هنگام تا کنون شرح و بسط بسیار یافته و اکنون تقریباً الگوی مورد اتفاق نظر در جهان است. الگوهای نامبرده اگر چه تا حدودی الگوهای بین‌المللی اند و ناظر بر ویژگی‌های کلی مقولاتی مانند فناوری، علم و بازار می‌باشند و از این جهت در هر جامعه‌ای ممکن است تحقق یابند و کم یا بیش مفید واقع گردند. اما باید توجه داشت که هر یک از آن‌ها در دوره تاریخی و شرایط ویژه و در جوامع خاصی تحقق یافته و تئوریزه و تدوین شده و توانسته‌اند جوابگوی مخاطبان خود باشند. مسلماً شرایط تاریخی، زیست محیطی، اقتصادی و فرهنگی جوامع مختلف نمی‌تواند یکسان باشد. از این نظر کاربرد آن‌ها با محدودیت مواجه است و در همه جا بطور یکسان قابل اقتباس و استفاده نیستند. در مجموع بدون بررسی تناسب آن‌ها با شرایط محیطی، ما نه تنها نمی‌توانیم الگوهای نامبرده را در جامعه خود صادق بدانیم و از دلالت‌های آن‌ها استفاده کنیم؛ بلکه نسبت به آن‌ها نیز نمی‌توانیم بی‌اعتناء باشیم. راه درست آن است که مزایا و ویژگی‌های جامعه را بررسی کنیم و نتایج را با شرایط و زمینه‌های تحقق الگوهای موجود تطبیق دهیم و در نهایت با استفاده از نتیجه این مقایسه، به این سؤال مهم پاسخ دهیم که آیا می‌توانیم از الگوهای موجود استفاده کنیم و یا ناچار از تدوین الگویی جدید هستیم.

۴. مزیت‌های نسبی محیطی

مزایای نسبی محیطی کشور ما عبارتست از:

- نیروی انسانی ممتاز
- پیشینه فرهنگ و تمدن درخشان
- منابع اولیه غنی
- موقعیت جغرافیایی حساس
- درآمد نفت
- بازار بزرگ داخلی
- زیرساخت‌های نسبتاً آماده

اهمیت زیر ساخت‌های مستقر و نسبتاً پیشرفته عظیمی مانند آموزش و پرورش، آموزش عالی، بهداشت و درمان، انرژی، ارتباطات و غیره پی می‌بریم. در مورد بازار داخلی هم می‌توان به گستردگی و قدرت آن اشاره کرد؛ چرا که هم از جمعیت زیادی برخورداریم و هم قدرت خرید بالایی داریم. این دو پارامتر دو مشخصه مهم قدرت بازار داخلی هستند. به عنوان مثال کشوری مانند مصر، جمعیت زیادی دارد ولی این جمعیت از قدرت خرید ضعیف و پایینی برخوردار است. از طرفی در کشوری مانند امارات مردم قدرت خرید بالایی دارند، لیکن جمعیت برای ایجاد بازار بزرگ داخلی کافی نیست. به همین دلیل در هر دو کشور، تولید و رشد اولیه فناوری بومی و محصولات مبتنی بر آن با دشواری مواجه است. در حالی که بازار بزرگ داخلی ایران، امکان رشد و نمو اولیه و حمایت‌های قبل از رقابت بین‌المللی را که در جهان بهم پیوسته کنونی نیز هم‌چنان مورد نیاز است؛ فراهم می‌سازد. مزایای محیطی دیگر ما شامل منابع اولیه، درآمد نفت و موقعیت جغرافیایی نیز حائز اهمیتند. این مزیت‌های نسبی در انتخاب یا تدوین الگوی تحول فناوری باید به حساب آیند.

۵. تعیین درجه تناسب الگوها

در این بخش درجه تناسب و تطبیق الگوهای تحول فناوری با مزایای نسبی محیطی در ایران مورد بررسی قرار می‌گیرد. جدول شماره ۱ نتیجه این بررسی را به طور فشرده نشان می‌دهد. در این جدول، الگوهای تحول فناوری در ستون اول و مزایای نسبی محیطی در سطر اول درج شده‌اند. در خانه‌های میانی جدول، تعداد ستاره‌ها مبین درجه تناسب الگو و مزیت مربوط است. به عنوان مثال الگوی مخترعان، به‌جز با بازار بزرگ داخلی، با سایر مزیت‌های نسبی کشور تناسب زیادی ندارد. این واقعیت با درج فقط یک ستاره در همه خانه‌های سطر دوم، به‌جز خانه آخر، نشان داده شده است. خانه آخر سطر دوم تناسب الگوی

مخترعان با بازار داخلی را نشان می‌دهد که با دو ستاره به معنی تناسب متوسط نشان داده شده است؛ چرا که نیاز جامعه، که شدت آن تا حدودی متأثر از بزرگی بازار داخلی است، از عوامل اصلی الگوی مخترعان است. الگوی خطی به تحقیقات پایه اهمیت زیادی می‌دهد که مستلزم وجود نیروی انسانی با استعداد، علم دوست و متخصص است. از آن‌جا که این عامل از بزرگترین مزایای نسبی کشور است، خانه مربوط به آن، در سطر سوم با سه ستاره، به معنی تناسب زیاد، نشان داده شده است. همچنین است عامل بازار داخلی در تحول فناوری بر طبق الگوی تقاضا محور که موجب شده خانه مربوط به آن در سطر چهارم با سه ستاره نشان داده شود.

با مقایسه مجموع تعداد ستاره‌ها در سطرهای جدول شماره ۱ ملاحظه می‌شود که در شرایط فعلی، الگوی خطی بیشترین تناسب را با مزایای نسبی محیطی ایران دارد. این نتیجه‌گیری با واقعیت فعالیت‌های علمی کشور که عمدتاً متکی بر زیرساخت توسعه یافته آموزش عالی و با تمرکز بر پژوهش‌های پایه و با هدف تولید علم انجام می‌شود سازگار است. لیکن به علت عدم تطابق کامل فعالیت‌های جاری با این الگو پژوهش‌های مذکور به تولید فناوری منتهی نمی‌شود و تجاری نمی‌گردد. پس از آن الگوی تقاضا محور تناسب بیشتری با مزایای نسبی محیطی در ایران دارد. جدول شماره ۱ مبین آن است که بر خلاف آنچه در وادی امر ممکن است به نظر آید، الگوی ترکیبی کمترین تناسب را، بعد از الگوی مخترعان، با وضعیت کشور داراست.

بررسی فوق حاکی از آن است که هیچ یک از الگوهای موجود، بهره زیادی از همه مزایای نسبی محیطی ایران نمی‌برند. لذا انطباق کافی با شرایط موجود کشور ندارند. این نتیجه‌گیری، تلاش علمی برای تدوین الگوی تحول فناوری متناسب با شرایط ایران را ضروری می‌سازد.

جدول ۱. تطبیق مزایای محیطی و الگوها

الگوی مخترعان	نیروی انسانی	زیر ساخت‌ها	فرهنگ و تمدن	منابع اولیه	موقعیت جغرافیایی	درآمد نفت	بازار بزرگ داخلی
✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

جدول ۲. بیشترین درجه تناسب مزایای نسبی محیطی ایران با الگوهای تحول فناوری موجود

درجه تناسب	نیروی انسانی	زیر ساخت‌ها	فرهنگ و تمدن	منابع اولیه	موقعیت جغرافیایی	درآمد نفت	بازار بزرگ داخلی
✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

۶. تدوین الگوی مطلوب

الگوی مطلوب تحول فناوری بومی باید تناسب زیادی با مزیت‌های نسبی محیطی داشته باشد تا بتواند تحولات طبیعی مربوط به فناوری را در کشور تبیین و مسیر آنرا ترسیم کند. لیکن بدیهی است که اگر درجه تناسب زیاد با همه مزیت‌های نسبی محیطی مد نظر قرار گیرد، طراحی الگوی جدید بسیار مشکل خواهد شد. لذا به منظور آن که نقطه شروعی برای تدوین چنین الگویی یافت شود، بیشترین درجه تناسب هر یک از مزایای نسبی محیطی ایران با الگوهای تحول فناوری موجود از جدول شماره ۱ استخراج و در جدول شماره ۲ درج گردیده است. این جدول معیاری تقریبی را برای تدوین و سنجش هر الگوی جدید

به دست می‌دهد. از این رو می‌توان انتظار داشت که درجه تناسب الگوی مطلوب بومی با مزایای نسبی محیطی کشور در حدود مندرج در سطر دوم جدول شماره ۲ باشد. بر این اساس الگوی بومی باید در مرتبه اول، اتکای زیادی بر نوع نیروی انسانی موجود در کشور، یعنی نیروی انسانی جوان، پر استعداد، تیز هوش، علم جو و بلند پرواز، داشته باشد. همچنین نقش سابقه فرهنگ و تمدن درخشان ایران در آن ملحوظ شود و بازار بزرگ داخلی عنصر مؤثر آن باشد. در مرتبه بعد زیرساخت‌های نسبتاً توسعه یافته کشور باید مورد توجه قرار گیرد و وجود منابع اولیه و به‌ویژه نفت و در آمد حاصل از آن به عنوان منبع مالی قابل توجه و متمرکز مد نظر واقع شود. سرانجام باید بهای لازم به موقعیت جغرافیایی کشور، واقع در منطقه‌ای مابین جنوب تروتمند و شمال پر جمعیت، داده شود.

این همه به تنهایی برای تولید و توسعه یک الگوی جدید تحول فناوری کافی نیست و در هر حال به صحنه آوردن عنصری محوری لازم است تا عوامل مذکور را به رشته نظم و انسجام کشد و به هیبت الگوی مطلوب درآورد. تجربه الگوهای گذشته و حال، به‌جز الگوی مخترعان، همگی دلالت بر این دارد که این عنصر محوری باید از جنس تحقیق باشد. هر راهی برای تولید علم و فناوری به غیر از تحقیق، راهی فرعی است و تنها می‌تواند به عنوان مکمل مورد توجه قرار گیرد. اما سؤال اساسی آن است که چگونه تحقیقی با مزیت‌های نسبی محیطی ایران تناسب دارد؟ تحقیقات بنیادی که معمولاً دراز مدت و فاقد هدف‌های اجتماعی و اقتصادی‌اند، در بهترین شرایط مطابق الگوی خطی به تولید فناوری منتهی می‌شوند که مطابق ملاحظات بخش قبلی، الگوی مطلوبی به‌شمار نمی‌رود. از سوی دیگر تحقیقات کاربردی و توسعه‌ای که مستقیماً تولید و توسعه فناوری را در پی داشته باشد با زیر ساخت آموزش عالی کشور، که مهم‌ترین مراکز تحقیقاتی را شامل می‌شود و در عمل معطوف به تولید علم است،

حال همچنان بسیاری از خصوصیات بنیادی بودن را داراست. به عنوان مثال اهدافی مانند درمان بیماری‌ها و پیشگیری از بروز و کاهش احتمال وقوع آن‌ها و ساخت داروهای جدید را می‌توان نام برد. شاید به همین علت است که با وجود سپری شدن زمان کاربرد الگوی خطی، هنوز هم شرکت‌های معتبر داروسازی، هزینه‌های سنگینی را صرف این نوع تحقیقات می‌کنند. برخی از متخصصان علم اخیراً از زمینه‌ای شدن علم سخن می‌گویند و از این اصطلاح، نزدیک شدن حوزه علم به حوزه‌ها یا زمینه‌های اقتصادی، سیاسی و فرهنگی را مد نظر دارند [۳]. از این رو ممکن است تحقیقات بنیادی با هدف‌های کاربردی را بتوان تحقیقات بنیادی-زمینه‌ای نامید. این نوع تحقیقات با ساختار سامانه علم و فناوری کشور تناسب دارد و تا حد زیادی پاسخگوی نیازهای بومی است. این نوع تحقیقات از یک طرف بنا به تشابهی که با تحقیقات بنیادی دارند لزوماً باید در دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقات علمی انجام شوند. مسلماً سامانه علم و فناوری کشور که از ساختاری عمدتاً دانشگاهی برخوردار است؛ برای پرداختن به این نوع تحقیقات آمادگی نسبی بیشتری دارد. در حالی که مراکز تحقیق و توسعه کشور که باید وظیفه انجام تحقیقات کاربردی و توسعه‌ای را برعهده داشته باشند از ضعف‌های زیادی برخوردارند که جدا از مشکلات صنعت و اقتصاد کشور نیست. از این رو الگویی که تولید و توسعه فناوری را بر محور مراکز مزبور قرار دهد؛ اگر چه ایده آل است اما با واقعیت‌های کشور تناسب زیادی ندارد. البته در کشورهای صنعتی وضعیت به گونه دیگری است. در این کشورها به علت توسعه صنعت، وزن نسبی نظام دانشگاهی در سامانه مزبور تا این حد سنگین نیست و بخش عمده‌ای از دانشمندان و محققان در مراکز تحقیق و توسعه وابسته به صنعت اشتغال دارند. از این رو بیشترین فناوری در این مراکز (که عمدتاً وابسته به صنعت هستند) تولید می‌شوند و دلیل این ادعا تعداد زیاد

تناسبی ندارند. آیا نوع دیگری از تحقیق می‌ماند که به عنوان عامل اصلی، ایفای نقش کند و محور الگوی جدید خوانده شود؟

الف. تحقیقات بنیادی زمینه‌ای

به طور سنتی تحقیقات را به سه نوع بنیادی، کاربردی و توسعه‌ای تقسیم می‌کنند. اگر چه هر یک از این سه نوع تعریف خاص خود را دارد؛ لیکن در عمل تفکیک و تمایز آن‌ها کار ساده‌ای نیست. با پیشرفت علم و رشد فعالیت‌های تحقیقاتی این تفکیک و تمایز ناپذیری رو به افزایش بوده است. به عنوان مثال بیشتر تحقیقات دانشگاهی جایگاه واحدی در تقسیم بندی مذکور نمی‌یابند. از این رو معمولاً یک تحقیق را به طور همزمان تحت دو یا سه نوع قلمداد می‌نمایند که با توجه به تعاریف رایج برای انواع مذکور، ایراد این کار آشکار است. به نظر می‌رسد مشکل فقط در تعریف انواع تحقیقات نیست، بلکه در ماهیت آن‌ها نهفته است. اگر تحقیق بنیادی مطابق تعریف فاقد هدف کاربردی است و به قصد پیشبرد علم انجام می‌شود؛ امروزه بسیاری از تحقیقاتی که علی‌الاصول باید آن‌ها را از نوع بنیادی نامید، علاوه بر هدف علمی دارای هدف کاربردی نیز می‌باشند، بنابراین دقیقاً تحت عنوان بنیادی نمی‌گنجد. در واقع نزدیک شدن علم و اقتصاد و نیز مقتضیات نوین سازمان علم کمتر اجازه می‌دهد که دانشمندان فقط بدنبال هدف‌های صرفاً علمی باشند. در واقع نوع جدیدی از تحقیق تولید یافته است که ترکیب هم افزایی از تحقیق بنیادی و کاربردی است. یعنی از نظر محتوایی عمیق و اساسی است، از نظر زمانی میان مدت یا بلند مدت است و در عین حال هدف کاربردی دارد. به عنوان مثال تحقیقات در حوزه علم ژنتیک در گذشته، از نوع تحقیقات بنیادی بود و در عمل کاربرد معینی نداشت و عمدتاً ناشی از حس کنجکاوی و علم جویی پزشکان و مهندسان ژنتیک بود. اما در حال حاضر اهداف متنوع و مختلف کاربردی نیز برای تحقیقات ژنتیک در نظر گرفته می‌شود و در عین

اختراعات ثبت شده ناشی از تحقیقات صنعت در مقایسه با موارد ناشی از تحقیقات دانشگاه است. از طرف دیگر تحقیقات بنیادی - زمینه‌ای بر خلاف تحقیقات بنیادی معمول، دارای هدف‌های کاربردی است. این خصوصیت با نیاز صنعت و اقتصاد به تولید فناوری و تجاری شدن آن تناسب دارد.

ب) تعامل دانشگاه، صنعت، بازار و دولت

قبل از پرداختن به ضرورت و کیفیت تعامل دانشگاه، صنعت، بازار و دولت لازم است به تعریف مورد نظر از آن‌ها اشاره شود. منظور از دانشگاه در اینجا فراتر از نهاد دانشگاه است و همه مراکزی را که به تحقیقات علمی می‌پردازند؛ در بر می‌گیرد. بازار به مفهومی که در علم اقتصاد از آن مستفاد می‌شود و در الگوهای تحول فناوری در بخش‌های قبل با تأکید بر جنبه تقاضا از آن سخن رفت اشاره دارد. از دولت نیز مفهوم موسع آن که مترادف با حاکمیت است و همه ارکان حکومت را در بر می‌گیرد، مورد نظر است.

نباید پنداشت که دانشگاه به تنهایی می‌تواند به تحقیقات بپردازد و به تولید فناوری اقدام کند تا صنعت آن‌را در قالب کالا به بازار تحویل دهد. اصولاً یکی از مشکلات مهم کشورهای در حال توسعه تصور اشتباهی است که از نقش مراکز مولد فناوری اعم از دانشگاه و غیر آن وجود دارد. دانشگاه به طور طبیعی علاقمند است تا در مرز دانش به تحقیق بپردازد. در عین حال انتظار دارد دستاورد فناوری‌اش مورد استقبال صنعت قرار گیرد و در تولید کالا و خدمات استفاده شود. در حالی که اولویت صنعت اساساً چیز دیگری و نیاز بازار احتمالاً با هر دو متفاوت است [۴]. فناوری که صرفاً بر اساس علائق و جاذبه‌های دانشگاهی تولید شود، معمولاً قابل تبدیل به کالا و خدمات نیست و بر فرض هم که در این قالب در آید به دشواری مورد استقبال بازار قرار می‌گیرد. اشتباه بزرگ‌تر آن است که از اقتدار دولت برای اجبار صنعت به استفاده از چنان فناوری و جبران عدم

تمایل بازار به محصول مربوطه استفاده شود. در این صورت تعامل دانشگاه، صنعت و دولت الگوی معیوب و پر هزینه‌ای - به زیان بازار - خواهد داشت که به محض بروز تزلزل در اعمال اقتدار دولت، از هم خواهد پاشید.

یک گام مهم در تدوین الگوی بومی تحول فناوری، مهندسی تعامل صحیح بین دانشگاه، صنعت و دولت، با توجه به مقتضیات بازار است. این تعامل غیر خطی و پیچیده است. در عین حال که فرآیند نوآوری (از شکل‌گیری ایده تا تحویل محصول) مبتنی بر تقسیم کار است و هسته اصلی وظیفه دانشگاه، صنعت و دولت مشخص و منحصر بفرد است؛ لیکن در انجام وظایف در تمام مراحل باید مشاورت و همکاری وجود داشته باشد. دانشگاه در انتخاب هدف و موضوع تحقیق، نه تنها باید به نیاز بازار و ملاحظات صنعت گوش فرا دهد؛ بلکه باید خود را در جایگاه آن‌ها قرار داده و از نگاه آن‌ها به مسئله بنگرد. در واقع تعیین هدف کاربردی و موضوع تحقیق بر اساس نیاز بازار و با همکاری دانشگاه و صنعت انجام شود. صنعت نیز باید از ماهیت میان مدت تحقیق آگاه بوده و انتظار دستاورد فوری نداشته باشد و برای به‌کارگرفتن فناوری که در افق میان مدت یا بلند مدت به دست می‌آید برنامه‌ریزی کند. پیشبرد تحقیق باید با اطلاع و همکاری صنعت انجام شود تا فناوری حاصل، قابلیت تولید صنعتی داشته باشد و برنامه‌ریزی صنعت بطور واقعی و تمهیدات تولید به موقع انجام شود. دولت در این میان باید در پی کمک به دانشگاه و صنعت برای تطبیق امور هر یک با ملاحظات طرف دیگر و مجموعاً با مقتضیات بازار باشد. دولت باید از امکانات مالی و اختیارات خود در جهت ترغیب و تشویق دانشگاه و صنعت به تعامل صحیح و تنظیم روابط استفاده کند. مثلاً به دانشگاه کمک کند تا فناوری حاصل به طریقی به دست آید که از نظر صنعت قابل تولید باشد و به صنعت کمک کند تا بتواند فناوری حاصل از تحقیق زمینه‌ای و مورد نیاز بازار را در قالب کالا به تولید برساند. دولت به‌طور کلی باید

صنعت، دولت و بازار است. تأمین استقلال دانشگاه، خصوصی سازی صنعت، ایفای نقش حمایتی و نظارتی دولت و توجه کافی به نیازها و مقتضیات بازار، شرایط موفقیت تحول فناوری بر اساس الگوی پیشنهادی است. نقش مراکز تحقیق و توسعه در تولید و توسعه فناوری و نحوه تعاملشان با دانشگاه و صنعت در الگوی پیشنهادی نیازمند مطالعه است. همچنین شرکت های خطر پذیر و کارآفرین نماینده شایسته ای برای صنعت به شمار می روند که در ترسیم دقیق تر الگوی پیشنهادی باید مورد توجه قرار گیرند.

فهرست منابع

1. C. Dorf, The Technology Management Handbook, CRC Press and IEEE Press, USA, 1999.

۲. واعظ زاده، صادق، "مقدمه ای بر تعیین سیاست ها و راهبردهای ملی علم و فناوری"، سیاست ها و راهبردهای علم، فناوری و فرهنگ، جلد دوم، وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، ۱۳۸۱.

3. H. Novotny, P. Scott and M. Gibbons, Re-Thinking Science, Polity Press. UK, 2001.

۴. گروه نویسندگان، مؤسسات فناوری، راهبردی، بهترین عملکرد، واعظ زاده، صادق، (مترجم)، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۱.

از اعمال حاکمیت شدید و تحمیل ملاحظات یک طرف بر طرف دیگر و بدتر از آن از تحمیل ملاحظات خاص خود بر طرفین پرهیز کند. مورد استثناء دستیابی به برخی فناوری ها مثل فناوری های راهبردی مستقیماً دخیل در تأمین امنیت ملی است که ممکن است منطبق با الگوی بومی تحول فناوری نباشد که البته خارج از بحث ماست.

اما به یک سؤال مهم باید پاسخ گفت: کدام دانشگاه، صنعت و دولت می تواند این وظایف را عهده دار شود و به انجام برساند؟ بدیهی است دانشگاه باید در چارچوب مشخصی از اختیارات کافی برخوردار باشد تا بتواند با حداقل بوروکراسی و با انعطاف پذیری برنامه ها و ساختارهایش، تعامل با دولت، صنعت و بازار بپردازد. بنابراین تأمین استقلال دانشگاه امری ضروری است. صنعت نیز برای تشخیص درست اولویت های فناوری و مقتضیات بازار باید از تصدی دولت خارج شود. در این صورت دولت بهتر می تواند از اختیارات و امکانات خود در جهت کاهش ریسک فعالیت های مربوط به تولید و تجاری شدن فناوری و تنظیم روابط صنعت، دانشگاه و بازار و اعمال سیاست ها و راهبردهای کلی نظام سود برد.

۷. نتیجه گیری

پس از بررسی الگوهای مختلف تحول فناوری و تعیین درجه تناسب آن ها با مزایای نسبی محیطی در کشور، طرح کلی الگوی بومی تحول فناوری پیشنهاد شد. در این الگو، تحقیقات بنیادی - زمینه ای که علاوه بر شماری از خصوصیات تحقیقات بنیادی، دارای هدف های کاربردی نیز هست به عنوان بستر اصلی تولید و تحول فناوری پیشنهاد گردید. این تحقیقات با بسیاری از مزایای نسبی محیطی به ویژه با نیروی انسانی و ساختار سامانه علم و فناوری کشور که عمدتاً دانشگاهی است، تناسب دارد. تولید و توسعه فناوری از مجرای تحقیقات مذکور مستلزم تعامل دانشگاه،

A step toward the native pattern of technology change

S. Vaezzadeh. PHD
The associate professor of technical college
Tehran University

Abstract:

Development based on knowledge requires the national policies and strategies of science and technology to be determined. The selection of a suitable technology change pattern from among international known patterns along with specifying and compilation of a native pattern of technology change, is prerequisite of the mentioned policies and strategies. This pattern specifies the way of production, development and technology application, and its relation to science, industry, market, and generally to the society, economics, and culture. In this article, the selection or compilation of the technology change pattern concerning the available conditions in Iran, is studied. In this respect, first international patterns of technology change such as inventors' pattern, linear pattern, and request - based pattern, and strong factors and the conditions of their appearance and accomplishment, are enumerated. Then the environmental relative privileges are studied till the proportionality of each of the mentioned patterns to the country's atmosphere can be distinguished. The result of the study is that: first, none of the known patterns is adapted to the country's conditions and the necessary factors and backgrounds are not completely fulfilled. Second, some of the required factors and backgrounds for materializing some of the patterns are available in different degrees. Therefore, two options are conceived for determining the technology change pattern:

Among international patterns, the most suitable one is to be selected and the policies and strategies of the development of national science and technology are to be determined in such a way that the factors and conditions are fulfilled for materialization of this pattern.

The native pattern of technology change is to be compiled by using the experiences resulted from international pattern accomplishment.

To follow the subject, considering the relative environmental privileges of the country, the general plan of the native pattern in technology change is proposed

Keywords:

Production and change of technology, pattern of technology change, basic research, applied research, university, industry, government.