تمایز تکنولوژی از علم و پیامدهای سیاستی و راهبردی آن

مهندس علیرضا شاه‌میرزایی
کارشناس ارشد فلسفه علم
عضو هیات مدیره انجمن مدیریت تکنولوژی ایران
(دبیر انجمن)

■ ارتباط و تمایز علم و تکنولوژی، نه تنها مورد توجه فیلسوفان و جامعه‌شناسان علم و تکنولوژی قرار دارد، بلکه از منظر سیاست‌گزاران علم و تکنولوژی و محققان، توسعه نیز مبحثی در خور توجه به شمار می‌آید. این مسأله که در تکنولوژی‌های نوین و پیشرفتهٔ امروزی فاصلهٔ این دو حوزه رو به نقصان گذارده و بعضاً محو و نامعلوم گشته است، نباید ما را از شناخت دقیق تمایز آن دو غافل گردانده و در سیاست گزاری‌های کلان آن دو به اشتباه افکند.

آیا این صواب است که از دو واژهٔ علم و فناوری، همیشه در کنار یکدیگر و چون زوجی دائمی یاد شده و آنقدر عبارت علم وفناوری، در رسانه‌ها و سمینارها تکرار شود که فرهنگ عمومی جامعه و ذهنیت مدیران کشور با طنین این عبارت مأنوس گشته و از تمایز کلیدی آن‌ها و پیامدهای سیاستی فراوان آن، به غفلت واداشته شوند؟

روشن است که زاویهٔ دید فلاسفه، جامعه‌شناسان و سیاست‌گزاران، در این بحث با یکدیگر تفاوت‌های زیادی دارد، ولی آشنایی با آرای متنوع آنان می‌تواند وجوه متعدد موضوع را باز نمایانده و در پرتو این بررسی چندبعدی، شناختی عمیق‌تر حاصل آید.

ارتباط علم و تکنولوژی از منظر فلاسفه و جامعه‌شناسان

همزمان با گسترش علم و تکنولوژی در قرون اخیر و خصوصاً تحولات ریشه‌ای که در ماهیت و جایگاه آن‌ها در جامعهٔ بشری به وقوع پیوسته است، پرسش‌های فلسفی پیرامون آن دو نیز گسترش یافته و مباحث دامنه‌داری را به وجود آورده است که امروزه با عناوین فلسفهٔ علم، فلسفهٔ تکنولوژی، جامعه‌شناسی علم و جامعه‌شناسی تکنولوژی از آن‌ها یاد می‌شود. یکی از موضوعاتی که توسط فلاسفه و جامعه‌شناسان علم و تکنولوژی مورد بحث و فحص جدی قرار گرفته است، ارتباط علم و تکنولوژی است.

دراین مقاله به نظرات برخی از اندیشمندان تکنولوژی اشاره شده است.

مارتین‌هایدگر

بحثی که هایدگر تحت عنوان "تقدم تکنولوژی بر علم"مطرح کرده، بحثی کاملاً فلسفی است و شاید به نظر رسد که از آن نمی‌توان نتیجه‌ای برای سیاست گزاران به ارمغان آورد؛ ولی اگر به شواهد تاریخی شارحان **هایدگر**، از جمله **دُنْ‌آیدی** نیز توجه کنیم، شناخت

عینی‌تری از نظرات‌هایدگر پیدا کرده و خواهیم دید که آرای او نیز تأثیر زیادی در بازنگری نسبت به باورهای رایج پیرامون ارتباط علم و تکنولوژی خواهد داشت. از جمله اینکه، در علوم جدید، بدون ابزار و تجهیزات، تحقیقات علمی امکان پذیر نیست .البته این تجهیزات می‌توانند مفاهیمی را به ما القا کنند که هیچ مطابقتی با واقعیت نداشته باشند.

نظرهایدگر در مقابل باور رایج "تقدم علم بر تکنولوژی"است؛ باوری که تا آنجا رواج و گسترش یافته است که حتی برخی، تکنولوژی را **"کاربرد علم در بهبود امور مختلف زندگی"** تعریف کرده‌اند.

هایدگر تکنولوژی را ماهیتاً بر علم مقدم دانسته و تصریح کرده است: "درست است که از نظر تقویمی علم فیزیک جدید در قرن ۱۷ آغاز می‌شود و تکنولوژی استوار بر نیروی ماشین، در نیمهٔ دوم قرن ۱۸ پا می‌گیرد؛ اما تکنولوژی جدید در عین حال که از نظر تقویمی متأخر است، از دید ماهیتی که در آن وجود دارد، و از نظر تاریخی متقدم است".

این باور هایدگر مستدل به استدلالات فلسفی پیچیده‌ای است که فهم و بیان آن علاوه بر فرصت مکفی، نیازمند آشنایی با ادبیات پدیدارشناسانهٔ او است. استدلال او فراتر از سخن مشهوری است که توسعهٔ علم، خصوصاً علوم جدید را بدون ابزار اندازه‌گیری و تجهیزات آزمایشگاهی ناممکن دانسته وازاین رهگذر، تکنولوژی را مقدم بر علم دانسته است.هایدگر از آنجا که تکنولوژی را نحوهٔ خاصی از انکشاف حقیقت می‌داند، لذا تأثیر آن بر علم را نیز با تکیه بر تأثیر آن بر نحوهٔ نگرش ما به جهان، تبیین می‌گرداند. تکنولوژی، نگرش و زاویهٔ دید ما نسبت به عالم را آنچنان تغییر داده که ما علم را معرفتی می‌دانیم که منشأ قدرت و تسلط بر طبیعت است و بر اساس همین منظر و پیش‌زمینهٔ ذهنی، آن را توسعه و تحقق می‌بخشیم. به عنوان مثال همانطور که توسعهٔ تکنولوژی باعث شده است که ما به زمین، نه به عنوان مزرعهٔ کشاورزی بلکه به عنوان منبع زغال سنگ و سنگ آهن نظر افکنیم، مسبب مطالعه طبیعت به عنوان شبکه‌ای از نیروهای محاسبه‌پذیر شده است.

چنانکه ملاحظه می‌شود استدلالات‌هایدگر نه کاملا، ولی غالباً، فلسفی و هستی‌شناسانه است. اما دُن‌آیدی به استناد مطالعات تاریخی **لین وایت**، نشان می‌دهد که تقدم تکنولوژی برعلم، تنها به لحاظ وجودی(انتولوژیک) مورد بحث نیست، بلکه شواهد تاریخی فراوانی نیز برای اثبات آن قابل اقامه است. به عنوان مثال، تحولات تکنولوژی در قرون وسطا، عطش فراوانی را برای به خدمت گرفتن نیروهای آب و باد به وجود آورده ودانشمندان را به مطالعهٔ طبیعت به مثابهٔ **"منبع لایزال نیروها"**سوق داده بود. همچنین اختراع ساعت درک ما از زمان را دچار تحول جدی کرده و باعث شد که جهان را نیزهمچون ساعتی مکانیکی مورد مطالعه قرار دهیم. عدسی نیز قدرت بینایی ما را تا ابعاد میکروسکوپیک عالم گسترش داده و زمینهٔ بسط دیدگاه مکانیکی در فیزیک را فراهم نمود.

او معتقد است که تنها اختراع باعث انقلاب تکنولوژی نمی‌شود، به همین دلیل در قرن هفده، با وجود تمام اختراعات ثبت شده هیچ انقلابی صورت نگرفت. انقلاب تکنولوژی نیازمند یک بستر اجتماعی است که باعث روی آوردن جامعه به تکنو لوژی شود؛ چرا که بحث اختراع و توسعه علمی به تنهایی نمی‌تواند علت و زمینه‌ساز انقلاب صنعتی باشد. دیگر اندیشمندان دلایل دیگری را برای انقلاب صنعتی ذکر کرده‌اند: از جمله، وجود فلاسفه، توسعه علمی، رشد جمعیت و اشباع شدن بازار اربابان انگلیسی.

علاوه بر آیدی، **نیل پستمن** نیز در بررسی روند تاریخی که منجر به انحصارگری تکنولوژی (تکنوپولی) شد، سه اختراع مهم قرون وسطا را برمی‌شمرد که تأثیر سرنوشت‌سازی در روند تحولات علمی و فرهنگی مقارن رنسانس داشته‌اند. این سه اختراع عبارتند از ساعت، چاپ و دوربین نجومی. وی همچنین بررسی عمیقی را پیرامون نقش کامپیوتر در هدایت اندیشه‌های انسان‌ها انجام داده که این هم مثال دیگری از تأثیر تکنولوژی بر تحولات فکری و علمی است.

ژاک ایلول

ژاک ایلول اندیشمند سرشناس دیگری است که از زاویهٔ فلسفی و جامعه‌شناختی به بحث ارتباط علم و تکنولوژی پرداخته است. وی نه تنها تکنولوژی را کاربرد علم نمی‌داند؛ بلکه آن را عقیده‌ای سنتی و غلط ارزیابی کرده و تصریح می‌کند: "از نظر تاریخی تکنیک بر علم مقدم است. حتی انسان‌های ابتدایی نیز با تکنیک‌های خاصی آشنا بوده‌اند. تکنیک‌های اولیه یونانیان نیز شرقی بوده و از علوم آنان منبعث نشده بود. پس از نظر تاریخی باید رابطهٔ علم و تکنیک برعکس شود".

وی در ادامهٔ کتاب جامعهٔ تکنولوژیک می‌نویسد: "*مثال شناخته شدهٔ آن ماشین بخار است.*" دستاورد ذوق تجربی و نتیجهٔ اختراعات و اصلاحات دوکاس، هویگنس و راپین سیوری بر مبنای روش سعی و خطا بود. تفسیر علمی پدیده‌های مختلف خیلی دیرتر (پس از دو قرن) کامل شد و حتی پس از این تأخیر نیز صورت‌بندی (فرموله کردن) آن آسان نبود".

ایلول همچنین به نکات زیر اشاره می‌کند:

الف) تحقیقات علمی محتاج تدارکات تکنیکی است. گاه یک تغییر تکنیکی باعث رشد گستردهٔ علمی می‌شود.

ب) محققین اصلی در آزمایشگاه‌ها معمولا تکنسین‌هایی هستند که کار غیر علمی می‌کنند.

ج) بدون تکنیک، علم نمی‌تواند وجود داشته باشد. بدون آن از عرصهٔ علم وارد عرصهٔ فرضیات و نظریات می‌شویم.

د) امروزه دیگر مرزهای دانش چندان مهم نیست، مرزهای زندگی انسان مهم است. پدیدار تکنیکی در ارتباط با وضعیت انسان مشخص می‌شود، نه وضعیت علم.

ه) تکنیک به دنبال کاربرد سریع و فوری است و فاصلهٔ کشف علمی و کاربرد، روز به روز کمتر می‌شود. در حالیکه دانشمند احتیاط می‌کند و نتایج علمی خود را تا مدتی مخفی نگه‌می‌دارد، سرمایه‌داران و یا دولتمردان با عجله دنبال تجاری کردن آن‌ها هستندو بالاخره ایلول جملهٔ نهایی خود را چنین بیان می‌کند:**"علم ابزار تکنیک شده است"**.

و در جای دیگری اشاره می‌کند:**"تکنیک از این پس بر اساس علم تعریف نمی‌شود"**.

چنانکه ملاحظه می‌شود متفکری مانند ایلول نیز، **"تقدم تکنیک بر علم"** را تنها از نظر احتیاج تحقیقات علمی به تجهیزات پیچیدهٔ آزمایشگاهی مورد بررسی قرار نداده، بلکه در آرای او که خلاصه‌ای از آن بیان شد، ابعاد مختلفی از این موضوع مورد توجه قرار گرفته است. این گفته ایلول که علم نمی‌تواند بدون تکنیک وجود داشته باشد، برخاسته از نگرش کاربردگرایانه‌ای است که در قرون اخیر بر علوم تجربی غالب گشته و غایت آن را توسعهٔ تکنولوژی و تسلط بیشتر بر طبیعت دانسته است. البته نه به این معنا که همهٔ دانشمندان در فعالیت‌های خود تنها به دنبال توسعهٔ تکنولوژی هستند؛ چرا که ممکن است برخی از آن‌ها واقعاً هدفی جز ارضای حس کنجکاوی خود و شناخت جهان نداشته باشند. به قول ایلول، ممکن است دانشمند در علنی‌کردن نتایج تحقیقات خود تعلل ورزد ولی در مقابل، سرمایه‌دار در تجاری کردن آن عجله داشته باشد. منظور ایلول اینست که هرچند چنین تفاوتی در اهداف دانشمندان و سرمایه‌داران وجود داشته باشد، ولی به طور کلی اهداف تکنیکی امروزه بر روند توسعهٔ علوم غلبه یافته‌اند.بنابراین علم امروز را باید ابزار تکنیک دانست.

بررسی نظرات ارائه‌شده

حداقل نتیجه‌ای که از آرای اندیشمندان فوق‌الذکر می‌توان گرفت آن است که:"توسعهٔ تکنولوژی نتیجهٔ توسعهٔ علم نیست، بلکه حتی در بسیاری از موارد، اهداف تکنیکی جهت‌دهنده و تعیین‌کنندهٔ روند تحول و توسعهٔ علم می‌باشند. "به عبارت دیگر بسیاری از فلاسفه، جامعه‌شناسان و مورخان علم و تکنولوژی به ما متذکر می‌گردند که؛ **تکنولوژی هویتی مستقل از علم دارد.**

چنانکه ملاحظه شد دلایلی که اندیشمندان فوق‌الذکر در دفاع از این دعوی اقامه کرده‌اند، تنها دلایل فلسفی نیست و لذا نمی‌توان انگ ذهنی بودن و انتزاعی بودن به آن‌ها زد. هم آیدی و هم ایلول، دلایل تاریخی فراوانی را نیز برشمرده‌اند. ایلول جامعهٔ یونان را مثال می‌زند که در آن توسعهٔ علم وجود داشت ولی توسعهٔ تکنیک وجود نداشت. او اختراع ماشین‌بخار را دستاورد ذوق و نتیجهٔ سعی وخطای فراوان تجربی می‌داند، نه نتیجهٔ محاسبات و طراحی‌های علمی.

بنابراین مدد امروزه بشربه‌طور گسترده و روزافزون برای توسعهٔ ابزار و روش‌های تکنیکی خود، از نظریه‌ها و فرمول‌های علمی،به این‌معنی نیست که تکنولوژی، کاربرد علم است و تکنولوژی هویتی جز **"به کار رفتن علم"** ندارد. به عبارت دیگر ما نباید تصور کنیم که مهم‌ترین عامل در توسعهٔ تکنولوژی، توسعهٔ علم است و به مجرد آنکه جامعهٔ ما موفق به کشف یا یادگیری نظریه‌های جدید علمی شد و دستاوردهای علمی قابل ارائه‌ای داشت، قدم اصلی در توسعهٔ تکنولوژی را نیز برداشته است و تنها یک قدم باقی می‌ماند و آن به کاربردن علم در حوزه‌های مختلف کاربردی است. به عنوان مثال کشوری مانند آمریکا از نظر حجم مقالات و دستاوردهای علمی و بودجه‌های تحقیقات بنیادی در رأس کشورهای جهان قرار دارد و در عین‌حال در بسیاری از تکنولوژی‌ها نیز در جهان پیشرو است. از این بررسی نمی‌توان چنین نتیجه گرفت، که ما هم اگر بتوانیم تعداد مقالات علمی خود را افزایش دهیم و حتی تعدادی نوبلیست هم داشته باشیم، آنگاه در توسعهٔ تکنولوژی نیز شانس بسیار زیادی برای موفقیت خواهیم داشت و بخش مهم راه را پیموده‌ایم.

اینکه در کشور ما چه برداشت‌هایی معارض با سخنان فوق می‌باشند و به طور کلی اینکه دیدگاه‌های فوق چه نتایجی برای سیاست‌گزاران علم و تکنولوژی در کشور ما به ارمغان می‌آورند، در انتهای مقاله مورد توضیح قرار خواهد گرفت؛ فعلاً بایستی به دنبال آشنایی بیشتر با آرای فلاسفه، جامعه‌شناسان و مورخان علم و تکنولوژی بود.

بررسی آرای سایر اندیشمندان

شاید تصور شود که نظرات مطرح شده، محدود به طیف خاصی از اندیشمندان علم و تکنولوژی بوّد. اندیشمندانی چون‌هایدگر، ایلول و پستمن، همه در این نقطه با یکدیگر اشتراک دارند که به دنبال بیان خطرات

فرهنگی توسعهٔ تکنولوژی بوده و سعی در بزرگ نمایی نقش تکنولوژی در شکل‌دهی سایر تحولات جامعه وگزارش آن‌ها دارند. این رویکرد که تحت عناوین "جبریت تکنولوژیک" (Technological Determinism) و یا "خودمختاری تکنولوژیک" (Technological Autonomy) مطرح است، در پی معرفی تکنولوژی به عنوان تعیّن بخش سایر تحولات جامعه و مستقل از آن‌ها می‌باشد.

در مقابل **"جبریت تکنولوژیک"** و "خودمختاری تکنولوژیک"، رویکردهای دیگری نیز وجود دارند که بایستی به آن‌ها هم پرداخت. بررسی آن‌ها نشان می‌دهد که این رویکردها نیز، در زمینهٔ تمایز تکنولوژی از علم، غالباً مواضعی شبیه به رویکردهای مذکور دارند. به عنوان نمونه،"ساخت‌گرایی اجتماعی"(Social Constractivism)، رویکردی در مقابل جبریت تکنولوژیک است که طرفداران اصلی آن، از میان جامعه‌شناسان بوده و در دهه‌های اخیر، رواج و گسترش زیادی یافته است. اندیشمندانی چون **بیجکر** و **مک‌کنزی** از صاحب‌نظران این رویکرد هستند که روند تحولات تکنولوژی را منبعث از رقابت گروه‌های اجتماعی می‌دانند. هریک از گروه‌های اجتماعی که در این رقابت پیروز گردند، موفق خواهند شد که تکنولوژی را مطابق نظر وتفسیر خود در جامعه تثبیت کنند. از آن پس، این تکنولوژی تثبیت یافته، قادر خواهد بود منشا تحولات سایر ابعادَ جامعه گردد. بنابراین رویکرد ساخت‌گرایی اجتماعی نیز، هرچند در وجود منطق درونی توسعهٔ تکنولوژی و اینکه تکنولوژی به خودی خود منشا تحولات خود و جامعه است دچار تردید می‌شود، ولی در اینکه پس از انتخاب توسط گروه اجتماعی غالب، می‌تواند منشا سایر تحولات جامعه باشد (از جمله تحولات علم)، اشکالی نمی‌بینند. چنانکه ملاحظه می‌شود پیروان این رویکرد نیز اعتقاد ندارند که توسعهٔ علم، عامل تعیین‌کننده‌ای در توسعهٔ تکنولوژی است و اگر ما مثلاً در یک رشتهٔ علمی، دانشمندان و محققان بیشتری داشته باشیم، توسعهٔ تکنولوژی‌هایی که با آن رشتهٔ علمی مرتبط هستند نیز قریب‌الوقوع خواهد بود. از نظر آن‌ها عامل مؤثر در تحولات تکنولوژی، رقابت گروه‌های اجتماعی است و دانشمندان نیز به اندازه سرمایه‌داران و دولت‌مردان و حتی مصرف‌کنندگان، در این رقابت موثر هستند.

علاوه بر بررسی رویکرد ساخت‌گرایان اجتماعی، که یک رویکرد جامعه‌شناسانه است، رویکردهای فلسفی دیگر را نیز می‌توان مورد مطالعه قرار داد. مثلاً اندیشمندی چون **آرنولد پیسی** در موضع مخالفت جدی با جبریت تکنولوژیک قرار دارد، ولی او نیز در بررسی عوامل مؤثر در تحولات تکنولوژی، کمتر اشاره‌ای به"علم"می‌کند.

پیسی فرآیند توسعهٔ تکنولوژی را فرایندی انسانی دانسته و در مقابل اعتقاد به قوانین درونی تکنولوژی و خودکار بودن توسعهٔ آن، انگیزه‌های انسانی را عامل مؤثر در پیشرفت و تحولات تکنولوژی می‌داند. آنچه مورد نظر پیسی است تنها انگیزه‌های اقتصادی و سیاسی انسان‌ها نیست. وی انگیزه‌های حرفه‌ای تکنولوژیست‌ها در راستای کسب منزلت بیشتر و نقش فعال‌تر در تحولات جامعه را نیز برای توضیح علل پیشرفت تکنولوژی مطرح می‌کند. اما این انگیزه‌ها را نیز کافی ندانسته و به انگیزه‌های پنهان دیگری اشاره می‌کند. آنچه او تحت عنوان ارزش‌های پنهان دراین زمینه مطرح می‌کند مواردی از قبیل؛ انگیزهٔ هماوردجویی، ذوق تکنولوژیک، ماجراجویی، ارزش‌های زیبایی‌شناختی، میل به قدرت و تسلط بر طبیعت، انگیزهٔ پرواز و برتری‌جویی و کمال‌طلبی است.

چنانکه ملاحظه می‌شود در هیچیک از موارد مطرح شده توسط پیسی، انگیزه‌ای مانند **"گسترش مرزهای دانش"** عامل پیش‌برندهٔ تکنولوژی مطرح نشده است. پیسی حتی در جایی جمله‌ای دارد که متعارض با نظر کسانی است که پیشرفت تکنولوژی را بر مبنای منطق درونی پیشرفت علم تبیین می‌کنند: "هرگاه مردم چنین بیاندیشند که تکامل تکنیک، یک مسیر پیشرفت یکنواختی را می‌پیماید که پیشاپیش بوسیلهٔ منطق علم و فن تعیین شده است، بیشتر راغب خواهند بود که روش‌های ارائه شده از سوی متخصصان را بپذیرند و شاید کمتر انتظار شرکت عمومی در تصمیمات مربوط به سیاست تکنولوژی را داشته باشند".

در پایان این بخش از مقاله لازم است به موضع فلاسفهٔ تکنولوژی **سنت** مهندسی نیزاشاره شود.همه فلاسفه‌ای که تاکنون آرای آن‌ها بیان شد(چه‌هایدگر و ایلول و پستمن که جانب‌دار جبریت تکنولوژیک بودند و چه پیسی که مخالف آن بود)، تکنولوژی را در معنای وسیع آن مورد مطالعه قرار داده‌اند و بایستی از فلاسفهٔ تکنولوژی سنت انسانی محسوب گردند. به‌طورکلی فلسفهٔ تکنولوژی را به دو سنت مهندسی و انسانی تقسیم می‌کنند که یکی از تفاوت‌های مهم این دو سنت، همین وسعت مفهوم تکنولوژی است. فلاسفهٔ انسانی ابعاد گسترده‌تری از جنبه‌های فرهنگی و انسانی تکنولوژی‌ها را مورد مطالعه قرار می‌دهند، درحالیکه فلاسفهٔ مهندسی بیشتر روی ابعاد فنی و مادی تکنولوژی متمرکز می‌شوند. فلاسفهٔ تکنولوژی مهندسی، معمولاً از میان مهندسانی هستند که گرایشات فلسفی دارند (افرادی چون ارنست کاپ، فردریش دیساور و هنری پتروسکی). آن‌ها برخلاف فلاسفهٔ تکنولوژی انسانی (افرادی چون مارتین‌هایدگر، ژاک ایلول و لوئیس مامفورد)، معمولاً از

تکنولوژی جانبداری کرده و به آن بار ارزشی مثبت می‌دهند.

جالب اینجاست که حتی فلاسفهٔ تکنولوژی مهندسی نیز بر تمایز تکنولوژی از علم تأکید دارند. کارل میچام دربارهٔ این دو سنت فلسفی می‌گوید:"این فلاسفهٔ مهندس در دو کار توفیق یافته‌اند: اولاً باعث شده‌اند که مهندسان معنای عمومی‌تری را در کار خود احساس کنند و تکنولوژی را چیزی جدای از علم و شایستهٔ تحلیل‌های معرفت‌شناختی، متافیزیکی، اخلاقی و سیاسی مخصوص به خود بدانند و ثانیاً در مقابل نقادی‌های فلاسفهٔ تکنولوژی انسانی از جمله لوئیس مامفورد، مارتین‌هایدگر و ژاک ایلول مقاومت کرده‌اند".

ارتباط علم و تکنولوژی از منظرسیاست‌گزاران

هنری ارگاس

هنری ارگاس در کتاب "سیاست‌های کلان تکنولوژی" می‌نویسد: "چالش کلیدی سیاست‌های تکنولوژی، تولید ایده‌های جدید نیست، بلکه تسهیل استفادهٔ گسترده از آن‌ها است".

وی در جای دیگری همین بحث را به عنوان تمایز سیاست تکنولوژی از سیاست علم بیان می‌کند:"مسألهٔ اصلی سیاست تکنولوژی (که وجه تمایز آن از سیاست علم است)، عمدتاً تضمین بهره‌برداری مؤثر از ایده‌ها است و نه آفرینش ایده‌های نو و ادامه می‌دهد:"رشد بلندمدت اقتصادی، اساساً به ظرفیت بهره‌برداری از قابلیت‌های تکنولوژیک در عرض محدودهٔ وسیعی از فعالیت‌های اقتصادی بستگی دارد".

به اعتقاد ارگاس، مهم‌ترین مسأله‌ای که در تدوین سیاست‌های کلان تکنولوژی بایستی مورد اهتمام قرار گیرد، تسریع و تسهیل انتشار تکنولوژی در گسترهٔ وسیع فعالیت‌های تولیدی کشور است. ارگاس عوامل مؤثر در تسریع انتشار تکنولوژی را نیز برمی‌شمرد:

الف) فراوانی و جابجایی نیروی انسانی آموزش‌دیده و ماهر؛

ب) تعدد بازیگران در بازی تکنولوژی و تمرکززدایی در سیاست‌های تکنولوژی؛

ج) ایجاد رقابت و تشویق استفادهٔ بهینه از منابع تکنولوژیک،

از نظر ارگاس تنها برخی از کشورها، که وی آن‌ها را"آرمان‌گرا"نامیده است (آمریکا، فرانسه و انگلیس)، همّ اصلی خود را صرف توسعهٔ تکنولوژی‌های نوین و در مرز دانش نموده‌اند. دستهٔ دیگر کشورها، که وی آن‌ها را نفوذگرا نامیده (آلمان، سوئد و سوئیس)، اولویت اصلی خود را انتشار تکنولوژی، در سراسر صنعت تعیین نموده‌اند. نکتهٔ کلیدی را که ارگاس با این تقسیم‌بندی در پی بیان آن است، می‌توان چنین بیان کرد که؛ سیاست تکنولوژی به ساختارهای سازمانی و اقتصادی کشورها بستگی دارد و مهم‌تر از اینکه کشورها کدام الگو را دنبال می‌کنند و کدام جایگاه را در چرخهٔ عمر تکنولوژی‌ها دارند، اینست که در آن الگو و جایگاهی که دارند کارایی خوبی داشته باشند. ارگاس معتقد است که حتی برخی از کشورهایی که همّ اصلی خود را به توسعهٔ تکنولوژی‌های نوین و در مرز دانش مصروف نموده‌اند، با چالش مهمی در تجاری‌سازی سریع تکنولوژی‌ها مواجه هستند و درصورتی که نتوانند تکنولوژی‌های بدست‌آمده در مراحل مختلف تحقیقاتی و آزمایشگاهی (مرحلهٔ ظهور تکنولوژی) را سریعاً به مراحل تحکیم و بلوغ تکنولوژی ارتقا بخشند، نخواهند توانست سود اقتصادی لازم را ببرند. وی مثال‌های عینی زیادی را از این چالش‌ها، خصوصاً از دو کشور انگلیس و فرانسه برشمرده است.

در کتاب ارگاس (سیاست‌های کلان تکنولوژی) که نتیجهٔ مطالعات یک کانون تفکر اروپایی در آن بیان شده است، موارد متعددی از مسائلی که سیاست‌گزاران تکنولوژی با آن دست به گریبانند؛ ذکر شده است. این موارد عبارتنداز: تسریع انتشار تکنولوژی، کمک به تجاری‌سازی تکنولوژی، تسهیل دادوستد عوامل تکنولوژی و کاهش هزینهٔ آن، تقویت نظام استانداردسازی صنعتی، تسهیل جابجایی منابع و تغییر زمینهٔ کاری بنگاه‌ها، تمرکز بر شاخه‌های خاص تکنولوژی و تعمیق کیفیت و بهبود بهره‌وری در آن‌ها، گسترش تحقیقات مشترک بین بنگاه‌ها و بالاخره تمرکززدایی در سیاست گزاری تکنولوژی.

چنانکه ملاحظه می‌شود سیاست گزاری تکنولوژی در سطح کلان با مسائل عدیده‌ای روبرو است که تقویت بودجه‌های تحقیقات بنیادی و دستیابی به تکنولوژی‌های نو و در مرز دانش، تنها می‌تواند گوشه‌ای از وظایف و دغدغه‌های فکری سیاست‌گزاران تکنولوژی را تشکیل دهد.

فیلیپ گامت

در ادامهٔ بررسی نظرات سیاستگذاران، مناسب است به مقالهٔ فیلیپ گامت پیرامون"سیاست علم و تکنولوژی انگلستان"نیز پرداخته شود که به نظر می‌رسد به روشن‌ترین وجه ممکن موضوع محوری مقالهٔ حاضر را تبیین نموده است:

آنچه موضوع تحقیق گامت قرار گرفته، مراحل مختلف سیاست علم و تکنولوژی در انگلستان است. انگلستان از نظر گامت اولین کشوری است که سیاست گزاری علمی را در کشور خود نهادینه کرده است (کمیتهٔ سیاست علمی آیندهٔ انگلستان در سال ۱۹۴۵ تأسیس

شده است). بررسی‌های گامت نشان می‌دهد که سه مرحلهٔ مجزّا در سیاست گزاری علم و تکنولوژی انگلستان وجود دارد. وی از این سه مرحله با عناوین عصر طلایی، عصر ضد فرهنگ و محدودیت‌های رشد و عصر فرصت‌های استراتژیک یاد می‌کند. در مرحلهٔ اول، آنچه مورد توجه سیاست‌گزاران انگلیسی بود، تنها سیاست علم بود و این باور بر ذهن سیاست‌گزاران حاکم بود که:"پیشرفت تکنولوژی، مستقیماً و به طور خطی از پیشرفت علم ناشی می‌شود (نظریهٔ خطی نوآوری)". آنچه در این مرحله مورد توجه سیاست‌گزاران بود، تنها توسعهٔ علم، به عنوان موتور پیشرفت بود و تصور می‌شد که توسعهٔ تحقیقات پایه، قطعاً پیشرفت را به دنبال خواهد داشت. حداکثر کاری که سیاست‌گزاران علم در این مرحله می‌کردند آن بود که اولویت‌هایی را برای توسعهٔ علم انتخاب کرده و برخی حوزه‌های علمی را به عنوان اولویت معرفی می‌نمودند.

در مراحل بعد، سیاست‌گزاران متوجه شدند که بهای بیش از حدی به علم داده‌اند و مدل خطی نوآوری مورد تشکیک جدی قرار گرفت. از آن پس بود که به جای عبارت سیاست علم، سیاست علم و تکنولوژی بر سر زبان‌ها افتاد. سیاست‌گزاران متوجه شدند که علم، کالای اقتصادی مورد نظر را تحویل نمی‌دهد. به عبارت دیگر نظریهٔ رانش علم در توسعهٔ تکنولوژی، ناقص شناخته شد و نظریهٔ کشش تقاضا نیز به کمک آن آمد. در مطالعات جدیدتر، توجه بیشتری به بعد تکنولوژیک روابط علم، تکنولوژی و جامعه شده و این نتیجه حاصل گشت که: "برخی از انواع تکنولوژی، مستقل از علم توسعه می‌یابند؛ درحالیکه انواع دیگر تکنولوژی، به گونه‌ای پیچیده‌تر از آنچه مدل خطی بیان می‌کند با علم ارتباط دارد". جالب اینجاست که گامت در ادامهٔ جملهٔ فوق اضافه می‌کند:"بنابراین آمیختگی علم و تکنولوژی که در زبان‌شناسی به عنوان یک اصل پذیرفته شده بود، به تدریج مقبولیت خود را از دست داد."

گامت توضیح می‌دهد که بر اساس مطالعات جدیدتر، تکنولوژی در درجهٔ اول در داخل بنگاه‌ها توسعه می‌یابد و بهیچ‌وجه رابطه‌ای قطعی با یافته‌های علمی جدید ندارد. وی ادامه می‌دهد:"این تفکر جدید فرضیهٔ اقتصاد نئوکلاسیک را نیز رد کرد که بر اساس آن اطلاعات علمی و تکنولوژیک، آزادانه بین سازمان‌ها انتقال می‌یابد".چنانکه ملاحظه می‌شود گامت نیز بر استقلال نسبی "پیشرفت تکنولوژی "از "پیشرفت علم "تأکید کرده و آن را به عنوان تجربهٔ سیاست‌گزاری علم و تکنولوژی در انگلستان مطرح نموده است. این نتیجه‌گیری گامت در راستای سخن اولیهٔ مقالهٔ حاضر است که گفته شد:"تکنولوژی هویتی مستقل از علم دارد."

بررسی تکمیلی

حال که نظرات فلاسفه، جامعه‌شناسان و سیاست‌گزاران علم و تکنولوژی مورد بررسی قرار گرفت، زمان نتیجه‌گیری است. جمع‌بندی و نقد این نظرات، می‌تواند بینش ما نسبت به تمایز تکنیک از علم و پیامدهای سیاستی و راهبردی آن برای کشورمان را ارتقا بخشد. در این جمع‌بندی و نتیجه‌گیری بایستی خصوصاً ببینیم که چه باورهای رایجی در فرهنگ عمومی و ذهنیت سیاست‌گزاران ما وجود دارد که می‌تواند با توجه به مطالب این مقاله، مورد تشکیک قرار گیرد. ولی قبل از نتیجه‌گیری نهایی مقاله، پرداختن به دو مطلب اساسی لازم به نظر می‌رسد:

اولاً بایستی با دقت روی مفهوم و تعاریف مختلف علم و تکنولوژی، ببینیم نظرات فوق‌الذکر تا چه حد با نتایجی که می‌توان از بحث‌های مفهومی و دقت روی تعاریف علم و تکنولوژی گرفت، تطبیق دارد؟ و ثانیاً باید این نکته را مورد بررسی قرار داد که آیا کاهش فاصلهٔ علم و تکنولوژی در حوزه‌های نوین، تعارضی با مطالب مطروحه در این مقاله دارد یا خیر؟

مفهوم و تعاریف علم و تکنولوژی

تعمق در آرای فلاسفهٔ علم نشان‌دهندهٔ عدم امکان ارائهٔ تعریف دقیقی از"علم"است. به عنوان نمونه تامس کوهن اعتقاد دارد که تعاریف رایج از علم را، که در مدارس نیز به دانش‌آموزان القا می‌شود، باید کنار گذاشته و تصویر تازه‌ای از آن را مطرح نمود. وی معتقد است در تعارف رایج، علم به منزلهٔ مجموعهٔ داده‌های مشاهده‌ای و قوانین و نظریه‌هایی است که در جمع‌آوری داده‌ها و ارتباط دادن این داده‌ها با نظریه‌های عمومی، از تکنیک‌های مشخص و قواعد منطقی استفاده شده است. مخالفت کوهن با دیدگاه‌های رایج پیرامون علم از این بابت است که تصور می‌شود توسعهٔ علم یک فرایند تدریجی و انباشتنی است و نظریه‌های علمی روز به روز کامل‌تر می‌گردند. از نظر او تاریخ تحولات علم، تاریخ انقلاباتی است که در هر انقلاب، پارادایم علم (به معنی مجموعهٔ مفاهیم، قواعد، ارزش‌ها، نظریه‌ها و تعهداتی که تحقیقات عادی دانشمندان بر مبنای آن انجام می‌گیرند)، به کلی تغییر کرده است.

در اینجا بایستی از بحث‌های ظریف فلسفی صرفنظر کرده و با پذیرش میزانی از تقریب، برخی ممیزات علم را که مورد تأیید غالب اندیشمندان قرار دارد، مطرح کرده و بر اساس آن، نقش علم در توسعهٔ تکنولوژی را مورد بررسی قرار دهیم:

می‌توان گفت واژهٔ علم (Science) به بخش خاصی از معرفت (Knowledge) بشر اطلاق می‌شود که

ممیزاتی از قبیل نظام‌یافته بودن، آزمون‌پذیر بودن، زبان دقیق و جهانی (مانند زبان ریاضی) داشته باشد. کار دانشمندان بر این اساس،"دستیابی"و"ارزیابی و آزمون"این معارف است که معمولاً در قالب نظریه‌های کلی و با زبان ریاضی بیان می‌شوند. دانشمندان همچنین به تفصیل نظریه‌ها، تطبیق بیشتر بین واقعیت‌ها و حدس‌های منتج از نظریه‌ها، ترتیب دادن آزمایشات و اندازه‌گیری‌های دقیق‌تر، یافتن کاربردهای جدید برای نظریه‌ها، افزایش دقت کاربردهای قبلی، بهبود فرمول‌ها و بالاخره تلاش در جهت ابطال و به بحران کشیدن نظریه‌ها می‌پردازند.

تکنولوژی نیز همانند علم تعاریف گوناگونی دارد: تعاریفی چون؛"عامل تبدیل منابع به کالا و خدمات"و"کاربرد علم در راستای پاسخ‌گویی به یک یا چند نیاز"(که در این مقاله به نواقص و اشکالات این تعریف اشاره شده است). بعضی از تعاریف نیزبه معرفی عناصر تشکیل‌دهندهٔ تکنولوژی از قبیل: ماشین‌آلات و تجهیزات فیزیکی، روش‌ها و دستورالعمل‌ها، توانایی‌های انسانی، سازماندهی و مدیریت می‌پردازند.

ژاک ایلول تکنولوژی (تکنیک) را به معنی"مجموعهٔ روش‌هایی می‌داند که به طرز معقول به دست آمده و دارای کارایی قطعی در تمامی حوزه‌های فعالیت انسانی"است. در بررسی‌های دقیق‌تر نشان داده می‌شود که تکنولوژی یک فرایند اجتماعی است که نه تنها بایستی اجزا و فعالیت‌های مختلف آن وجود داشته باشند، بلکه بایستی بین اجزا و فعالیت‌ها ارتباط و هماهنگی کامل نیز وجود داشته باشد؛ در غیراین‌صورت هیچ تکنولوژی نمی‌تواند وجود داشته باشد. بهترین معیار برای اینکه ببینیم آیا این اجزا و فعالیت‌ها کامل بوده و در ارتباط هماهنگ با یکدیگر به سر می‌برند یا خیر؟ ارزیابی توانایی ما در انجام کارهای مختلف است. به عبارت دیگر روح تکنولوژی، توانمندی و توانایی است و این توانایی در سطوح مختلف می‌تواند وجود داشته باشد: گاهی ما تنها قادریم در شرایط محدود و با استفاده از ماشین‌آلات ساخت دیگران، تولید کنیم، گاهی قادر به تعمیر و نگهداری از ماشین‌آلات نیز هستیم، گاهی توان طراحی و ساخت ماشین‌آلات جهت استفاده در شرایط جدید را نیز داریم، گاهی می‌توانیم تکنولوژی خود را توسعه دهیم، گاهی می‌توانیم از ماشین‌آلات موجود، به نحو بهینه بهره‌برداری کرده و در صحنهٔ رقابت جهانی موفقیت کسب نماییم، گاهی می‌توانیم تکنولوژی را در سطح وسیع صنایع کشور منتشر گردانیم و غیره. پس در تمامی سطوح فوق‌الذکر بایستی مجموعهٔ سخت‌افزارها و نرم‌افزارها و زیرساخت‌های لازم وجود داشته و بین آن‌ها هماهنگی نظام‌مندی باشد تا بتوان گفت که ما در آن سطح، صاحب تکنولوژی هستیم.

چنانکه ملاحظه می‌شود تکنولوژی دارای سطوح و اجزای مختلفی است که برخی از این سطوح و اجزا ناظر به ابعاد انسانی و سازمانی بوده و از ماشین و ابعاد فنی فاصلهٔ زیادی می‌گیرند. این نگاه وسیع به ابعاد تکنولوژی، نه تنها مورد توجه فلاسفه و جامعه‌شناسان قرار دارد و اندیشمندانی چون پیسی و ایلول به تشریح ابعاد مختلف آن پرداخته‌اند، بلکه سیاست‌گزاران و صاحب‌نظران توسعه نیز معمولاً به این ابعاد وسیع تکنولوژی توجه دارند. آنچه امروزه در ادبیات سیاست‌گزاران علم و تکنولوژی رواج گسترده‌ای یافته، واژهٔ نوآوری است. این واژه به توسعه‌ای (در فرایند یا محصول) اطلاق می‌شود که منجر به ایجاد ارزش افزودهٔ اقتصادی شده و به اصطلاح به بازار رسیده باشد. اگر ایده‌ای در مراحل مختلف تحقیقاتی و طراحی و غیره باقی مانده و هنوز به بازار نرسیده باشد، به آن نوآوری اطلاق نمی‌شود.

مفهوم نوآوری، دید وسیع‌تری را راجع به ابعاد مختلف تکنولوژی و فعالیت‌های مقوّم آن در ذهن سیاست‌گزاران ایجاد کرده است. بر اساس این مفهوم بایستی زنجیرهٔ فعالیت‌هایی که از ظهور یک ایده، تا ظهور محصول و خدمات در بازار ادامه می‌یابد، به درستی شناخته شود. این زنجیره شامل حلقه‌های متعددی است که از آن جمله می‌توان به، تحقیقات بنیادی، تحقیقات کاربردی، نمونه‌سازی، تولید نیمه‌صنعتی، تحقیقات توسعه‌ای (R&D)، طراحی، مهندسی ساخت، نصب و راه‌اندازی، بهره‌برداری و تعمیرونگهداری اشاره کرد.

صنعت مجموعه تولیداتی غیر از کشاورزی است، اما تکنولوژی مجموعه‌ای از توانایی‌ها و دانش‌ها است. در مدیریت تکنولوژی از تحقیقات و توسعه شروع می‌کنیم و به خلق تکنولوژی، انتقال تکنواوژی و نوآوری می‌رسیم. این فرآیندها موجب ایجاد توانایی‌ها می‌شود؛ توانای‌هایی که هم سخت افزاری و هم نرم‌افزاری است. به این معنی که تجهیزات نیز جزیی از تکنولوژی است. یکی از نقص‌های این تعریف که تکنولوژی را کاربرد علم می‌داند، این است که این تعریف تجهیزات را نشان نمی‌دهد. البته تکنولوژی را مساوی تجهیزات دانستن، درست نیست؛ اما بهرحال تجهیزات نیز جزیی از تکنولوژی است.

بنابراین تکنولوژی به معنی توان‌مندی و قابلیت انجام تمامی این مراحل در سطح بنگاه یا سطوح ملی است و درصورتیکه این طیف وسیع از قابلیت‌ها و توان‌مندی‌ها وجود نداشته باشد، تکنولوژی هم وجود نخواهد داشت. براین‌اساس توسعهٔ تکنولوژی نیز به معنی ایجاد و بهبود تمامی این قابلیت‌ها است. (البته لازم نیست همهٔ

حلقه‌های زنجیرهٔ نوآوری در داخل کشور یا داخل بنگاه وجود داشته باشند؛ ممکن است برخی از حلقه‌ها در خارج از کشور یا خارج بنگاه انجام شوند که البته در اینصورت لازم است دسترسی و تضمین مطمئنی وجود داشته باشد که همیشه می‌توان از خدمات آن‌ها بهره گرفت.)

طرح یک سوال

براساس توضیحات فوق می‌توان این سؤال اساسی را مطرح کرد که: توسعهٔ علم (به معنی افزایش تعداد دانشمندان، افزایش تعداد مقالات، افزایش بودجه‌های تحقیقاتی، توسعهٔ مراکز تحقیقاتی و امثالهم)، تا چه میزان در توسعهٔ تکنولوژی نقش داشته و چه بخشی از لوازم و مقوّمات آن را فراهم می‌کند؟

در نگاه اول به نظر می‌رسد که شرط اصلی موفقیت در بسیاری از مراحل نظام نوآوری، که برشمرده شد، توسعهٔ علم است. به عنوان مثال فعالیت‌هایی مانند نمونه‌سازی، طراحی، ساخت ماشین‌آلات، انتقال و انتشار تکنولوژی، مدیریت واحد R&D، نظام استانداردسازی صنعتی، فعالیت‌های مختلف نظام نوآوری هستند که همگی نیازمند نیروهای تحصیل‌کرده و آشنا با مبانی علوم می‌باشند؛ ضمن آنکه توسعهٔ تحقیقات در جامعه می‌تواند از طریق تولید اطلاعات و دانش‌فنی و ارتقای روحیهٔ تحقیق و خلاقیت، به توسعهٔ این قابلیت‌ها منجر شود.

با بررسی دقیق‌تر می‌توان فهمید که قابلیت‌ها و توانمندی‌های مذکور، علاوه بر نیاز به "زیرساخت علمی"، وابسته به شرایط و زیرساخت‌های متعدد فرهنگی، قانونی، اقتصادی، مدیریتی و غیره هستند و این وابستگی تاحدی است که زیرساخت علمی را تنها می‌توان تأمین‌کنندهٔ بخش کوچکی از شرایط و لوازم توسعهٔ این قابلیت‌ها ارزیابی نمود. به عنوان نمونه در بررسی مسائل مورد بحث سیاست‌گزاران تکنولوژی روشن شد که عواملی چون تسهیل انتشار تکنولوژی، امکان تجاری‌سازی سریع تکنولوژی‌ها، وجود نظام اطلاع‌رسانی فراگیر، وجود نظام استانداردسازی مؤثر، بستر اقتصاد کلان مناسب و عوامل متعدد دیگر، آنچنان در توسعهٔ تکنولوژی مؤثرند که افزایش تعداد مقالات و توسعهٔ دانشگاه‌ها نمی‌توانند با این عوامل از نظر میزان تأثیر مقایسه گردند. عوامل یاد شده غالباً به زیرساخت‌های اقتصادی و فرهنگی و مدیریتی جامعه وابسته‌اند، نه به زیرساخت علمی.

بنابراین دقت در تعریف و تفکیک اجزای نظام نوآوری، نشان می‌دهد که زیرساخت علمی تنها یکی از مقوّمات توسعهٔ تکنولوژی است و دلیلی وجود ندارد که آن را مهم‌ترین مقوّم بدانیم؛ نه تنها نظرات سیاست‌گزارانی که در این مقاله بیان شد، موافق با سخن فوق ارزیابی می‌شود، بلکه آرای فلاسفه و جامعه‌شناسان نیز سازگاری خوبی با آن نشان می‌دهند. به عنوان نمونه آرنولد پیسی بر نقش انگیزه‌های اقتصادی، سیاسی، حرفه‌ای، ماجراجویی و... تأکید کرده و یا نقش پیشرفت‌های سازمانی، مدیریتی و اجتماعی را در توسعهٔ تکنولوژی مورد توجه قرار داد که در راستای سخن مذکور است. این نظریهٔ مشهور که "انقلاب صنعتی را نه بر مبنای اختراع ماشین بخار، بلکه بر مبنای پیشرفت‌های سازمانی و تحولات فرهنگی و اجتماعی آن زمان بایستی تحلیل و علت‌یابی نمود"، نه تنها در نظرات پیسی، بلکه در میان آثار سایر مورخان و فلاسفهٔ تکنولوژی بسیار مورد توجه قرار گرفته است. پیسی تأکید می‌کند که نخستین کارخانه‌های انقلاب صنعتی، اصلاً به ماشین بخار وابسته نبودند و این سیستم کارخانه‌ای بود که نیاز به نیروی بخار را توسعه داد. ایلول نیز بر همین سخن پیسی تأکید نموده است؛ ضمن آنکه وی، چنانکه گفته شد، حتی اختراع ماشین بخار را نیز نتیجهٔ سعی و خطا و تلاش‌های تجربی، و نه یافتن کاربرد برای نظریات علمی و استفاده از فرمول‌ها و محاسبات علمی دانسته است.

نکتهٔ مهم دیگری که از تفکیک فعالیت‌ها و سطوح تکنولوژی دریافت می‌شود آن است که بسیاری ازفعالیت‌هایی که دانشمندان و فارغ‌التحصیلان دانشگاه‌ها (شامل مهندسان و تکنسین‌ها) در بخش‌های مختلف نظام تکنولوژی انجام می‌دهند، فعالیت علمی به معنایی که در تعریف ابتدای این بخش بیان شد، محسوب نمی‌شود. توضیح آنکه:

اولاً همهٔ فعالیت‌هایی که در مراحل مختلف زنجیرهٔ نوآوری، باعث توسعهٔ تکنولوژی می‌شوند، از سنخ فعالیت‌های تحقیقاتی نیستند و ثانیاً در میان فعالیت‌های تحقیقاتی نیز تنها تحقیقات بنیادی و برخی اقسام تحقیقات کاربردی را می‌توان فعالیت علمی قلمداد کرد. به عنوان نمونه به تحقیقات توسعه‌ای که نقش مهمی در توسعهٔ تکنولوژی دارند، معمولاً فعالیت علمی اطلاق نمی‌شود. همچنین بخش بسیار مهمی از فعالیت‌های تکنولوژیک، مانند طراحی و مهندسی ساخت، تحت عنوان فعالیت‌های مهندسی قرار گرفته و به آن‌ها نمی‌توان فعالیت علمی گفت. اینگونه فعالیت‌ها حتی از نظر ساختاری نیز، نیازمند ساختارهای متفاوتی نسبت به دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی هستند (که در آن‌ها فعالیت علمی انجام می‌گیرد)؛ چرا که فعالیت‌های طراحی و مهندسی، معمولاً در قالب شرکت‌های طراحی و مهندسی انجام می‌گیرند.

نکتهٔ دیگری که از تحلیل‌های فوق می‌توان فهمید اینست که در بسیاری از فعالیت‌های تکنولوژیک، نیاز به

نیروی انسانی آموزش‌دیده و آشنا با مبانی علمی بسیار مهمتر و کلیدی‌تر از نیاز به تحقیقات علمی، خصوصاً تحقیقات بنیادی است. به عبارت دیگر اگر با قدری مسامحه، توسعهٔ علمی را به دو بخش:"توسعهٔ آموزش"و"توسعهٔ پژوهش"تقسیم کنیم، نقش عامل اول در توسعهٔ تکنولوژی، حداقل برای کشورهایی مانند ما، بسیار مهم‌تر از نقش عامل دوم ارزیابی می‌گردد. به عنوان نمونه در جهت تأیید این نکته، می‌توان به تحولات سیاست گزاری علم و تکنولوژی در ژاپن اشاره نمود:

ژاپن قبل از دههٔ هشتاد، با استفاده از روش‌های مؤثر تقلید و انتقال تکنولوژی، به غول تکنولوژیک مبدل شد و توانست سهم بزرگی از بازارهای کشورهای پیشرفته را به خود اختصاص داده و همچون رقیبی جدی برای آن‌ها ظاهر شود. ژاپن در این سال‌ها سرمایه‌گذاری جدی روی تحقیقات نکرد. بودجهٔ تحقیق و توسعهٔ ژاپن در سال ۱۹۶۵، کمتر از۶ درصد آمریکا، قریب به نصف انگلیس و بسیار کمتر از فرانسه و آلمان غربی بود. درحالیکه این بودجه تا سال ۱۹۷۰ از انگلیس و فرانسه و تا سال ۱۹۸۰ از آلمان غربی فراتر رفت.

ژاپن در دههٔ هشتاد تحولی را در سیاست‌های علم و تکنولوژی خود پدید آورده است که این تحول در جهت افزایش بودجهٔ ملّی تحقیق و توسعه، تقویت تحقیقات بنیادی، تربیت گستردهٔ پژوهشگران، ارتقای روحیهٔ خلاقیت در بین آنان بوده است.

درمراحل اولیه تکنولوژی بیشتر در قالب انسان ابزارو اطلاعات ابزار قابل دستیابی است. در این مرحله اصلی که خیلی از کشورها هم در همین قسمت متمرکز شده‌اند (مثل ژاپن)، تبدیل تکنولوژی به ماشین صورت می‌گیرد. در مرحله بعدی بیشتر از ادغام تکنولوژی استفاده می‌شود.در واقع تکنولوژی‌ها باید ترکیب شوند تا بتوانند به فضای واقعی برسند. اگر کشوری در قسمت‌های دیگر، سرمایه‌گذاری کند؛ اما نتواند از مرحله ترکیب تکنولوژی عبور کند، هیچ گاه از تحقیقات به صنعت و بازار نخواهد رسید.

اما سؤال اساسی اینجا است که آیا اهتمام سیاست‌گزاران ژاپنی به توسعهٔ آموزش نیز همانند توجه آنان به توسعهٔ پژوهش بوده است؟ پاسخ این سؤال را می‌توان با مطالعهٔ برنامه‌های آموزشی دولت ژاپن به آسانی داد."وزارت آموزش، علم و فرهنگ ژاپن (MESC)"، که بخش مهمی از بودجه‌های تحقیق و توسعهٔ دولت را نیز به خود اختصاص می‌دهد، رسالت آموزش و تربیت نیروی انسانی فنی و تحقیقاتی را در ژاپن برعهده دارد. البته وزارتخانه به مراکز تحقیقاتی مختلف، خصوصاً مراکز تحت پوشش خود و مؤسسات فرهنگی مانند موزه‌ها نیز کمک مالی می‌کند، ولی دوسوم بودجهٔ آن به دانشگاه‌ها اختصاص می‌یابد. اگر تاریخ برنامه‌های این وزارتخانه در دهه‌های ۶۰ و ۷۰ را مورد مطالعه قرار دهیم، درمی‌یابیم که برنامهٔ عظیمی در راستای توسعهٔ دانشگاه‌ها، افزایش شمار دانشجویان و تربیت سریع نیروهای متخصص و مهندس مورد نیاز توسعهٔ کشور، در طول این سال‌ها انجام داده است. وزارتخانه موظف بوده است بین سال‌های ۱۹۶۰ تا ۱۹۷۰، یکصد و هفتاد هزار نیروی متخصص و چهارصد و چهل هزار مهندس جدید به بازار کار ژاپن تحویل دهد.

در پایان این نکته را نیز نباید از قلم انداخت که اگر کسی واژهٔ علم را به معنی وسیع آن که معادل معرفت (Knowledge) است به کار برد، بسیاری از مباحث این بخش و سایر بخش‌های مقاله را قاعدتاً نمی‌پذیرد و چنین فردی اساساً مخاطب این مقاله نیست.

بررسی تکنولوژی‌های نوین

تنها مطلب دیگری که باید قبل از نتیجه‌گیری نهایی به آن پرداخت، بررسی تکنولوژی‌های نوین، از منظر ارتباط علم و تکنولوژی است. این مطلب از آن جهت حائز اهمیت است که به اعتقاد صاحب‌نظران، فاصلهٔ علم و تکنولوژی در حوزه‌های نوین کاهش یافته و حتی مرزهای آندو دچار محو شدن است. لذا سیاست‌گزاران بر اساس این تحول در تکنولوژی‌های نوین، به این سمت سوق یافته‌اند که سیاست گزاری علم و تکنولوژی را با آمیختگی بیشتری نسبت به قبل مورد توجه قرار دهند.

قبل از بررسی این موضوع بایستی ببینیم چرا در تکنولوژی‌های نوین فاصلهٔ علم و تکنولوژی کاهش یافته است. به عنوان مثال در حوزهٔ نرم‌افزار کامپیوتر، مشاهده می‌شود که هرگاه تحقیقات دانشگاهی منجر به ظهور ایده‌ای جدید گردند، تبدیل آن ایده به محصول، نیاز به سرمایه‌گذاری چندانی ندارد. در این حوزه به دلیل عدم نیاز به ساخت ماشین‌آلات و راه‌اندازی خط تولید، فاصلهٔ تحقیق تا تولید کاهش چشم‌گیری یافته است. شبیه همین وضعیت را در حوزهٔ بیوتکنولوژی نیز می‌توان مشاهده نمود. دستاوردهای تحقیقاتی در این حوزه نیز فاصلهٔ چندانی با تولید نداشته و تولید تجاری محصولات بیوتکنولوژی، معمولاً در فضایی کوچک و با سرمایه‌گذاری نازل قابل دستیابی هستند.

سرعت تحولات تکنولوژی هم در نرم‌افزار و هم در بیوتکنولوژی بسیار زیاد بوده و وجود رقابت شدید از یک طرف باعث سرمایه‌گذاری بیشتری در تحقیقات و نوآوری شده و از طرف دیگر، جلب توجه سرمایه‌گذاران را به تجاری‌سازی سریع دستاوردهای تحقیقاتی را در پی دارد. نکتهٔ دیگری که در مورد این تکنولوژی‌ها مطرح

است ارزش‌افزودهٔ زیاد محصولات تولیدشده، نسبت به حجم محصول و هزینه‌های مورد نیاز آن است که این نکته نیز، مخاطرات ناشی از رقابت شدید و سرعت زیاد تحولات تکنولوژیک را تعدیل و جبران می‌نماید. نکات دیگری نیز به عنوان خصوصیات تکنولوژی‌های نوین مطرح است که از آن جمله می‌توان به درصد بالای نیاز به نیروهای متخصص در مقابل نیروی کارگری اشاره کرد.

توضیحات فوق نشان می‌دهد که دلایل متعددی برای اثبات نزدیک شدن دو مقولهٔ علم و تکنولوژی در حوزه‌های نوین وجود دارد. اما آنچه مستلزم بررسی است پاسخ‌گویی به سوالاتی از این قبیل است:

آیا با توجه به توضیحات فوق، بایستی نقش و تأثیر توسعهٔ علم در توسعهٔ تکنولوژی را نیز در این حوزه‌ها بیش از قبل بدانیم؟

- آیا نزدیک شدن این دومقوله، تغییری ماهوی در ارتباط آن‌ها ایجاد کرده و براساس این تغییر، وابستگی توسعهٔ تکنولوژی به توسعهٔ علم بیشتر از قبل شده است؟
- آیا کوتاه شدن عمر تکنولوژی، به معنی آن است که درصورت افزایش تعداد مقالات و بودجه‌های تحقیقاتی، سایر حلقه‌های زنجیرهٔ نوآوری، از تولید نیمه‌صنعتی تا تولید انبوه و بازاریابی و غیره، نیز سریعاً پیموده خواهند شد؟
- آیا افزایش نیاز به نیروهای تحصیل‌کرده و مهندس، به معنی افزایش نقش علم در توسعهٔ تکنولوژی است؟
- آیا اگر بتوان با افزایش بودجه و بسترسازی مناسب، فعالیت‌های تحقیقاتی که منجر به پیشرفت علمی در حوزه‌های علوم کامپیوتر و علوم زیستی می‌شوند را تقویت نمود، آنگاه کمک مؤثری به توسعهٔ فعالیت‌های طراحی و مهندسی و مدیریت پروژه در این حوزه‌ها نیز خواهد شد؟
- آیا در تکنولوژی‌های نوین، همچنان بسترهای قانونی و فرهنگی و فضای کلان اقتصادی، عوامل سرنوشت‌سازی در توسعهٔ تکنولوژی نیستند؟
- آیا نقش توسعهٔ علم (به معنی افزایش تعداد مقالات و بودجهٔ تحقیقات بنیادی و...)، در مقابل نقش این عوامل افزایش قابل توجهی پیدا کرده و نقش آن‌ها را کمتر نموده است؟

بنابراین هرچند در تکنولوژی‌های نوین، تحولات جدی و مهمی از نظر عمر تکنولوژی‌ها، تنوع محصولات، میزان سرمایه‌گذاری لازم و غیره به وجود آمده است، ولی به نظر می‌رسد دغدغه‌ها و مسائل مبتلا به سیاست‌گزاران علم و تکنولوژی، دچار تحول جدی نشده است. اگر چه در تکنولوژی‌های نوین، نیاز به نیروی انسانی تحصیلکرده، روحیهٔ خلاقیت در این نیروها و همچنین تولید ایده‌های جدید بیش از قبل است، ولی دغدغه‌های سیاست‌گزاران از نظر بهره‌برداری تجاری سریع و بهینه از ایده‌های جدید و تأمین بسترهای حقوقی و فرهنگی و اقتصادی لازم در این راستا، همچنان بخش مهمی از اقدامات و برنامه‌ریزی‌های آنان را به خود اختصاص خواهد داد.

نتیجه‌گیری

در این مقاله، طیف متنوعی از آرای اندیشمندان، از فلاسفه و جامعه‌شناسان علم و تکنولوژی تا سیاست‌گزاران علم و تکنولوژی، مورد بررسی قرار گرفت. این تنوع و وسعت منابع، اگرچه از میزان تعمق در هریک می‌کاهد، ولی در مقابل، امکان نتیجه‌گیری کامل‌تری را فراهم خواهد نمود. از آنجا که موضوع مقاله بررسی ابعاد مختلف تمایز تکنولوژی از علم است،بررسی آرای اندیشمندان در حوزه های مختلف فکری ضروری می‌نمود.

آنچه به عنوان مهم‌ترین انگیزهٔ نگارش این مقاله می‌تواند مورد اشاره قرار گیرد، رواج دیدگاهی در میان سیاست‌گزاران و اندیشمندان علم و تکنولوژی در کشور ما است که تفاوت‌های ماهوی دو مقولهٔ علم و تکنولوژی را مورد عنایت لازم قرار نداده و سعی نکرده است به تجزیه و تحلیل آن بپردازد. از یک طرف دو مقولهٔ علم و تکنولوژی دارای مقومات و ملاحظات سیاست‌گزاری مشابه پنداشته شده و از طرف دیگر توسعهٔ علم، مهم‌ترین عامل در توسعهٔ تکنولوژی دانسته می‌شود. در پاسخ این سوال که در میان صاحبنظران کشور، کسی معتقد به نظریهٔ خطی نوآوری (به طور تام و کامل) نیست و همهٔ اندیشمندان کشور معتقدند که عوامل بسیاری غیر از توسعهٔ علم در توسعهٔ تکنولوژی مؤثر می‌باشند؛ در پاسخ باید گفت همین که نظریهٔ خطی نوآوری، به طور نسبی نیز در میان سیاست‌گزاران علم و تکنولوژی کشور پذیرفته گردد، کافی است تا اجرای سیاست‌های وضع شده توسط آنان، مملکت را برای سال‌های طولانی دیگر نیز به بیراهه کشاند. امروزه این سخن بسیار شنیده می‌شود که:"علم امروز تکنولوژی فردا است"یا"تحقیقات بنیادی امروز، تکنولوژی ۱۵ سال آینده است". همین تصورات باعث می‌شود که افزایش بودجه‌های تحقیقاتی، مهم‌ترین عامل توسعهٔ تکنولوژی دانسته شده و وقتی دستاوردهای تحقیقاتی، به سطح کاربرد و بازار نمی‌رسند، باز تقاضای بودجهٔ بیشتر شود، تا انجام مراحل نمونه‌سازی و نیمه‌صنعتی و غیره را نیز با حمایت دولت انجام گیرد.

همین تصورات باعث می‌شود تا مسئولیت سیاست‌گزاری تکنولوژی را نیز متوجه وزارت علوم بدانیم که عهده‌دار آموزش عالی و پژوهش‌های علمی و به سبک دانشگاهی است. به عنوان مثال تصور ما این است که در توسعهٔ تکنولوژی‌های مخابراتی و ارتباطی، وزارت علوم نقش بیشتری نسبت به وزارت پست و مخابرات می‌تواند داشته باشد، چراکه تکنولوژی به علم بسیار نزدیک شده است. یا مثلاً تصور می‌کنیم در توسعهٔ تکنولوژی‌های هوایی، وزارت علوم نقش بیشتری نسبت به وزارت دفاع می‌تواند داشته باشد، چرا که تکنولوژی به علم بسیار نزدیک شده است. در حوزه‌های صنایع برق، خودرو، بیوتکنولوژی و انرژی اتمی، که عهده‌دار امورات اقتصادی و قانونی و سازمانی آن‌ها، ارگان‌هایی غیر از وزارت علوم هستند، باز هم وزارت علوم را مسئول سیاست‌گزاری و توسعهٔ تکنولوژی می‌دانیم. براساس همین تصور است که ما فعالیت‌هایی چون استانداردسازی صنعتی، نظام مهندسی و حمایت از شرکت‌های طراحی و مهندسی، تحقیقات مشترک بین بنگاه‌های صنعتی، نظام بازرسی فنی، بازاریابی تکنولوژی، توسعهٔ صادرات خدمات فنی و مهندسی، ترویج تکنولوژی‌های نوین در گسترهٔ صنایع کشور و کمک به یادگیری آن‌ها، آموزش فنی و حرفه‌ای، ترغیب دستگاه‌های دولتی بر اعطای طرح‌های ملی به پیمانکاران داخلی و فعالیت‌های مختلف دیگر را که از اصلی‌ترین دغدغه‌های متولی تکنولوژی است، مورد غفلت قرار داده‌ایم.

نگاهی دوباره به مفهوم دو واژهٔ علم و تکنولوژی و شناخت دقیق‌تر گسترهٔ فعالیت‌های مربوط به هریک از آن‌ها، باعث خواهد شد از تفاوت‌های ماهوی و ابعاد مختلف استقلال و تمایز آن‌ها غفلت نکنیم؛ با این امید که با شناخت صحیح این نکته، پیامدهای سیاستی و راهبردی فراوانی که در مقاله به آن‌ها اشاره شد، در کشور ما مورد عنایت قرار گرفته و راه صحیحی در مدیریت کلان نظام تکنولوژی کشور پیموده گردد.

فهرست منابع

۱. ارگاس، هنری. بررسی تطبیقی سیاست‌های کلان تکنولوژی. مؤسسهٔ آموزشی تحقیقاتی صنایع دفاعی. ۱۳۷۷.

۲. اعتماد، شاپور (مترجم). فلسفهٔ تکنولوژی: آثاری ازهایدگر و دیگران. تهران: نشر مرکز. ۱۳۷۷.

۳. پستمن، نیل. تکنوپولی، تسلیم فرهنگ به تکنولوژی. مترجم: صادق طباطبایی. انتشارات اطلاعات. ۱۳۷۵.

۴. پیسی، آرنولد. تکنولوژی و فرهنگ. مترجم: بهرام شالگونی. تهران: نشر مرکز. چاپ دوم: ۱۳۷۴.

۵. شاه‌میرزایی، علیرضا. خودمختاری تکنولوژیک. (پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد). گروه فلسفهٔ علم، دانشگاه صنعتی شریف.

۶. ملکی‌فر، عقیل، و طبائیان، سیدکمال (گردآوری). سیری در سیاست علم و تکنولوژی شش کشور. مؤسسهٔ آموزشی تحقیقاتی صنایع دفاعی. ۱۳۷۷.

7) Brey, Philip (1999):"Philosophy of Technology Meets Social Constructivism". In Techné Vol. 2. URL: http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/SPT/v2_n3n4html/brey.html.

8) Ellul, Jacques (1964), The Technological Society. New York: Vintage Books.

9) Kuhn, Thomas (1970). The Structure of Scientific Revolutions, London: The University of Chicago Press.

10) Mitcham, Carl (1999):"Notes Toward a Philosophy of Meta-Technology". In Techné Vol. 1. URL: http://borg.lib.vt.edu/ejournals/SPT/v1_n1n2/mitcham.html

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی