

سیر تحولی علم و تکنولوژی

بعد از جنگ جهانی دوم

نویسنده: الکساندر کینگ

مترجم: دکتر فاضل لاریجانی

تکنولوژی به عنوان فراورده تحولی تمدن جدید بشری در سالهای پایانی سده بیستم، به عنصری اساسی و تعیین کننده در مبادلات اقتصادی و سیاسی جوامع درآمده در عین حال مبین سطح پیشرفت و توانمندی یک جامعه و عامل تفوق و برتری آن جامعه نیز محسوب گشته است.

این مقاله، با چنین چشم اندازی، از نقش تحولی علم و تکنولوژی پس از جنگ جهانی دوم سخن به میان آورده و پس از بر شمردن دوره های مختلف تحول علم و تکنولوژی، سرانجام بر این نکته تأکید می ورزد که جهان و جوامع ما بر مبنای تکنولوژی های بسیار موفقی شکل گرفته که بر کشفیات علمی استوار است و با آن



حفظ می‌شود. پس علم قدرتی است که می‌تواند جهان را به جهانی خوب یا بد بدل کند و پژوهش علمی عامل تولیدکننده قدرت است که کسانی را که از پیش قدرت را در دست دارند، همچنان قدرتمندتر می‌سازد.

سالهای پس از جنگ جهانی دوم را به عنوان سالهای مقوم جامعه 2مادیگرای تکنولوژیکی امروز بر می‌شمرند. همانطور که دنیس گابور، برنده جایزه نوبل و کاشف هولوگرافی، مطرح ساخته است: «تمدن کنونی بشر به لحاظ مادی مبتنی بر تکنولوژی که فوق‌العاده موفق بوده است ولی از بُعد معنوی، عملاً بر هیچ چیزی استوار نیست». تکنولوژی جامعه را شکل می‌دهد و خود نیز از کشفیات در آزمایشگاه‌های تحقیقات علمی شکل می‌گیرد.

در خلال این مدت در اهداف و جهات تحقیق و توسعه (R&D) تغییرات زیادی رخ داده است؛ همچنین نگرش عموم مردم نسبت به علم نیز بین دو حالت افراطی در نوسان و تغییر بوده است: در یک حالت علم با همه رموز و اسرار آن مورد تقدیس و تکریم بوده و در حالت

دیگر نسبت به علم و قدرت شیطانی آن اظهار بی‌اعتمادی واهمه شده است. در دوران بعد از جنگ، در نحوه رابطه بین تکنولوژی و زمینه و جو اجتماعی - اقتصادی، می‌توان چهار دوره کاملاً مشخص و تعریف شده را از هم متمایز ساخت.

اولین دوره بعد از جنگ تا سالهای اوائل 1960 است. نگرش غالب در این دوره، امید به آینده ای صلح آمیز و سازنده بوده است. با توجه به کاربرد بارز و قاطع در صحنه جنگ، برای عمومی مردم و مخصوصاً در کشورهایی که به پیروزی دست یافته بودند، این باور فراگیر ایجاد شده بود که علم می‌تواند به همان سان در ساختن دنیای صلح آمیز آتی نیز مؤثر باشد. بسیاری از سیاستمداران نیز با این نظر هم عقیده بودند، و از این رو در بسیاری از کشورها، این دوره مصادف است با افزایش چشمگیر در منابع اختصاص یافته برای تحقیق و توسعه. در واقع این زمان را باید عصر اوج و تعالی برای علم و دانشمندان به حساب آورد. هر چند که ملاحظات عمومی استراتژیکی و نیز

ظهور جنگ سرد موجب شد که بخش اعظم فعالیت‌های تحقیق وابسته به آن، محور اصلی فعالیتها را تشکیل می دادند. از دید عموم، فیزیکدانان بزرگ قهرمانی بودند (به لحاظ سیاسی و آرمانی) بی طرف هستند. از این رو اینها همه را شگفت زده کرد.

همراه با تکمیل و سامان یافتن مرحله سازندگی پس از جنگ و نیز تحکیم پایه های اقتصادی زمان صلح، دوره دوم شروع شد که تا سالهای 1967 ادامه یافت. از ویژگیهای این دوره رشد اقتصادی چشمگیر در کشورهای غربی و ژاپن است. اهمیت و نقش تحقیق و توسعه در ایجاد چنین رشدی به تدریج تشخیص داده شد و بیشترین کوشش دانشگاهی مصروف یافتن رابطه علم -

این دوره را می

توان به عنوان

معقول سازی

رویکرد نسبت به

کاربرد علم و

نحوه

تخصیص منابع

مطالعه روی فاصله به

اصطلاح تکنولوژیکی

نشان داد که

در حقیقت هیچ ارتباطی

میان تلاش تحقیق و

توسعه یک کشور

و رشد اقتصادی یا

تجاری آن وجود ندارد.

برای آن دانست. ملاحظات استراتژیکی و جنگ سرد موجب گردید که تحقیق و توسعه مربوط به مسائل دفاعی در سطح بالایی نگه داشته شود

اما حتی در این بخش نیز نتایج و تأثیرات اقتصادی و اجتماعی طرح ها، توجه خاصی می شد. برای اولین بار، در این دوره، به جمع اوری منظم آمارهای مربوط به تحقیق و توسعه هم در بخش هزینه های دولتی و هم در صنعت، پرداخته شد. و باین ترتیب مشخص گردید که در کشورهای مختلف، تحقیق و توسعه چه درصدی از درآمد سرانه ملی (GNP) را تشکیل می دهد؛ و این امکانات مقایسه بین المللی تحقیق و توسعه آشکار ساخت که تا چه حد بین کشورهای مختلف در میزان فعالیت‌های علمیشان اختلاف فاحش و عدم توازن وجود دارد. و از جمله آنکه در این مقایسه نشان داده می شد که ایالات متحده در حوزه های علمی از سیطره و موقعیت مستحکمی برخوردار است و همین امر موجب نگرانی کشورهای اروپایی شد که ممکن است این «فاصله تکنولوژیکی»¹ به موقعیت رقابتی آنها

لطمه وارد آورد. به همین ترتیب، در صنعت نیز مقایسه بین شرکتها و نهادها در میزان هزینه تحقیق و توسعه موجب القای تلاش بیشتری گردید.

در خلال این دوره، اگر چه به نقش علم و تکنولوژی در اقتصاد پی برده شد، اما این درک اجمالی و سطحی مسئله به زودی به پذیرش ضرورت سرمایه گذاری در تحقیق و توسعه هم در سطح کلان ملی و هم در سطح شرکتها و بنگاه ها (به طور انفرادی) منتهی گردید. زیرا برداشت کلی این بود که علم و تکنولوژی در ایجاد رشد و رونق اقتصادی و نیز توسعه همه جانبه سهم بسزایی داشته، و از این رو نگرش حاکم در این دوره، نگرشی مثبت و امیدوارانه نسبت به علم و تکنولوژی بود. هر چند که جهان در آن عصر، جهانی پر از تنش و تلاطم بود؛ خطر جنگ هسته ای به نحو جدی استشمام می شد و بسیاری از کشورهای جهان سوم درگیر فقر و گرسنگی و تنازعات و کشمکشها بودند. اما همه این امور به حساب فراگیر نبودن دانش، و یا ندانستن چگونگی کاربرد آن،

و یا احیاناً به دلیل انتخاب نامناسب از نوع دانش مورد نیاز، گذاشته می شد.

دوره سوم را باید دوره رهایی از شیفتگی و اغفال علمی و تکنولوژیکی، و به عبارت دیگر رهایی از «علم زدگی» دانست. در اذهان بسیاری از افراد، بین تحقیقات علمی از یک سو و جنگ و تمهیدات جنگی از سوی دیگر، ارتباط و پیوند وثیقی حاکم شده بود. از دیدگاه این افراد، جنگ سرد عملاً به منزله رقابت بین دانشمندان و مهندسان دو طرف مخاصمه تلقی می گردید به طوری که هر کدام سعی داشتند تسلیحات هر چه مخربتر و پیچیده تری - که ماهیت و ابعاد تخریبی آنها حتی برای دولتمردان و سیاستمدارانشان هم چندان قابل تصور و هضم نبود - تولید کنند. همچنین علائم خطری از آثار تخریبی اجتماعی و محیط زیستی کاربردهای وسیع تکنولوژی، شروع به بروز کرد چندان که از اهمیت ویژه ای برخوردار گشتند. اعتراضات مربوط به تخریب محیط زیستی آن چنان گسترده و فراگیر گردید که دولتها و شرکتهای صنعتی ناگزیر گردیدند که آن را جدی تلقی کنند.

از این رو، کم کم این دیدگاه نضج گرفت که رشد اقتصادی دارای تبعات اجتماعی و انسانی بوده که دولتها آن را نادیده گرفته اند. در واقع رشد اقتصادی به بهای از خود بیگانگی انسانها و کاهش کیفیتها در زندگی بشری تمام شده بود. همه این مسائل موجب تشکیک نسبت به اهداف، جهات و حتی روشهای علم گردید. دیگر به نظر می آمد که دانشمندان اعتبارشان را در برابر عموم از دست داده اند و بیشتر به مثابه ابزارهایی برای سیطره نظامی و اقتصادی و نسبت به مشکلات و بحرانهای اجتماعی، بی تفاوت تلقی می شدند. خود ساختار علم نیز ساختاری نخبه گرا به نظر می آمد؛ به علاوه ادعای مفرط و مؤکد عینیت گرایی علم در برخی از حوزه ها اغراق آمیز و غیر قابل قبول از کار در آمد. همه این تشکیکها و نگرانیها نیز به گونه ای در خصوص صنعت و تکنولوژیهای پیچیده آن - و مخصوصاً در مورد شرکتهای بزرگ و چند ملیتی با عدم اطمینان بیشتری - ابراز می شد. برای اولین بار بعد از سالهای بسیار دیده می شد که آن رشد

تدریجی، و گاهی هم بسیار چشمگیر تحقیق و توسعه، کم کم روبه کاهش و زوال می گذارد.

چهارمین دوره، از زمان بحران نفت در سالهای اولیه دهه 1970 شروع شد که تا زمان حاضر ادامه یافته است. و این دوره ای است مملو از بی ثباتی و ابهام و رشد اقتصادی پایین. بحران نفت نشان داد که چگونه حوادث نظامی سیاسی غیر منتظره و غیر قابل کنترل می تواند بر شریانهای انرژی و مواد خام تأثیر گذارد و اختلال ایجاد کند و تا چه حد کشورهای صنعتی و اقتصاد آنها از این بابت آسیب پذیرند. رقابت بین شرکتهای کشورها در بازارهایی در حال رکود و در برخی موارد روبه اشباع، به طور قابل ملاحظه ای دشوارتر گشت. بسیاری از شرکتهای برای ادامه حیات و اینکه بتوانند سهمی در بازار داشته باشند، ناگزیر در یکدیگر ادغام شدند. و در این فرایند، توان بالقوه نوآوری تا حدود زیادی نادیده گرفته شد. در کشورهای صنعتی قدیمی، صنایع سنگین روبه افوب گذاشت، و حتی تهاجم ژاپنی ها به صنایع الکترونیک و اتومبیل سازی

کشورهای اروپایی به جای ایجاد تحرک و خلاقیت بیشتر، موجب صدمات و ضرر و زیانهای گردید.

در خلال این دوره، از کاربرد کشفیات علمی عمدتاً در دو حوزه فیزیک حالت جامد و بیلوژی مولکولی، تکنولوژیهای جدید بروز کرده است. صنایع میکروالکترونیک به نحو چشمگیری توسعه و انشعاب یافته و انواع رایانه ها و مصنوعات که مبتنی بر مدارهای ترکیبی مینیاتوری هستند، اطراف ما را فراگرفته اند؛ صنایع و خدمات با اتوماتیک و روباتی² شدن در حال تحول و دگرگونی عظیمی هستند و بر اقتصاد و شیوه زندگی تأثیر گسترده ای دارند. به تعبیری می توان گفت که مشخصه انقلاب صنعتی در جایگزین ساختن نیروی بخار به جای انرژی ضعیف انسان و حیوان بوده که منجر به تحولی عظیم در جامعه بشری گشت و اکنون توسعه میکروالکترونیک با امکان تعبیه و فراهم ساختن گونه ای از حافظه و مغز برای وسایلی که توسط بشر اختراع می شود نقطه ای آغازین برای گذار به جامعه فرا صنعتی است.

میکروالکترونیک با تکنولوژیهای پیچیده و پیشرفته دیگری از قبیل اقمار مصنوعی و فیبر نوری³ در هم می آمیزد.

انقلاب میکروالکترونیک دارای تبعات اقتصادی و اجتماعی قابل ملاحظه ای خواهد بود، از جمله آنکه بشریت را به سوی اقتصاد خدماتی سوق می دهد که در آن ماهیت و الگوهای کار و اشتغال دگرگونی چشمگیری می یابند. آنگاه آشکار خواهد شد که میزان فعلی بیکاری در کشورهای صنعتی فقط ناشی از تأثیرات رکود اقتصادی نیست بلکه تا حدود زیادی به دلیل اتوماتیک شدن صنایع و خدمات است. به علاوه دولتها همواره برای توسعه بیشتر تکنولوژی و نیز رقابتی شدن آنها سعی در افزایش بهره وری داشته اند که این خود منجر به کم شدن میزان اشتغال می شود. چنین رویکردی اگر چه موجب ایجاد ثروت بیشتری می گردد اما در عین حال باعث از بین رفتن کارهای یدی و در نتیجه افزایش بیکاری است.

بخش توسعه بیلوژیکی، از کاربردهای کمتر اما بسیار بنیادیتری برخوردار

بوده است. کشف DNA، پی بردن به کد ژنتیکی و روشهای القای دگرگونیهای جهشی، همچنین پیشرفت‌هایی در بیولوژی سلولی و غشایی همگی امکانات جدیدی را برای فهم بهتر حیات و در واقع اصلاح آن فراهم ساخته است. مهندسی ژنتیکی تا کنون در پیشرفت‌های پزشکی و کشاورزی سهم بسزایی داشته است. و در عین اینکه امکانات بالقوه عظیمی را فراهم ساخته مشکلات و مسائل اخلاقی حادی را نیز مطرح نموده است.

این دوره همراه است با بروز مسائل و مشکلات حاد محیط زیستی که با رشد سریع در افزایش جمعیت بشر در جهان تشدید گردیده است. همچنین بروز مسائل مربوط به آلودگی در کل جهان، از قبیل از بین رفتن لایه اوزون، پخش مواد سمی و افزایش «اثر گلخانه ای» که ممکن است به گرمتر شدن کره زمین منجر شود، اقدامی جهانی برای یافتن راه حل را می طلبد و از عهده کشورهای به طور انفرادی و مجزاً خارج است. فراگیری و گستردگی این مسائل به گونه ای است که نوع جدیدی از همکاریهای

بین المللی در تحقیقات، ارزیابی و اجرا را درخواست می کند. مشکلات محیط زیستی در واقع، نشانگر این مطلب است که چگونه کشفیات و پیشرفت‌های علمی در عین حال دریافت بشری از مشکلات و مسائلش را نیز تغییر می دهد؛ به طوری که در سیاستگذاری صنعتی - مثلاً در انرژی و حمل و نقل - می تواند تأثیرات چشمگیری بگذارد.

سرانجام، در این دوره، سقوط جوامع و اقتصادهای مارکسیستی رخ داده است که در واقع پایانی برای جنگ سرد، و نیز باعث کاهش خطر فاجعه هسته ای در جهان بوده است، اما مسائل و مشکلات بسیاری ظریفی را نیز به همراه داشته است. پایان مسابقه تسلیحاتی باعث کاهش قابل ملاحظه ای در هزینه های دفاعی گردید اما معلوم نیست بر بودجه های تحقیق و توسعه دفاعی تأثیر بسزایی گذاشته باشد. در نتیجه، آنچه که توفیق در جنگهای آتی را تعیین می کند، تفوق در تسلیحات پیچیده و وسایل نقل و انتقال خواهد بود. مسلماً توسعه تکنولوژی نظامی همواره یکی از حوزه های اساسی است که کشورهای که

استطاعت مالی داشته باشند، به آن خواهند پرداخت.

میراث علمی جنگ جهانی دوم

استفاده از علم در جنگ جهانی اول استفاده ای به نسبت ابتدایی بود. اما در این فاصله میان دو جنگ جهانی، توسعه قابل ملاحظه ای یافت. دو صنعت اصلی متکی بر علم یعنی صنعت شیمیایی و الکتریسیته شکوفا شد و موجب ظهور شرکت‌های بزرگی همچون آی. جی. فاربن و زیمنس در آلمان و دوپون و جنرال الکتریک در ایالات متحده شد. پژوهش‌های علمی نیز قویتر شد و بیشتر در دانشگاه‌ها و آزمایشگاه‌های بزرگ برخی از دولت‌ها انجام گرفت و برخی از مدرسه‌های پژوهشی آلمان نیز شهرت خاصی یافتند. بنابراین، هر دو طرف درگیر در جنگ تلاش‌های تقریباً مشابهی را در زمینه علم انجام دادند. در حقیقت، نتیجه جنگ با برتری علمی متحدان غربی رقم خورد، احتمالاً از آن رو که آلمان تصور می‌کرد که جنگ زیاد طول نخواهد کشید و در نتیجه بسیاری از

دانشمندان خود را از همان ابتدا از کشور راند.

تکنولوژی‌های نوآورانه در طول جنگ مهم و قابل توجه بود، تکنولوژی‌هایی همچون موتورهای جت، رایانه‌های اولیه، راکت‌ها، رادارها و طیف گسترده‌ای از ابزارهای الکترونیک، سوخت جنگنده‌ها، پنی سیلین، د.د.ت و غیره. بر فراز تمامی این موفقیت‌های تکنولوژیکی، ساخت بمب اتمی قرار دارد. اهمیت آن در پایان دادن سریع به جنگ ژاپن در مقایسه با تأثیر عظیم آن بر جغرافیای سیاسی [ژئوپولیتیک] پس از جنگ، ناچیز است.

پروژه مانهاتان که بمب را ساخت، نمونه ای قابل توجه از همکاری مسان دانشمندان و مهندسان است. این پروژه با سرمایه‌گذاری بسیار و با سرعت هر چه تمامتر کارکرد تا به هدف ملی بزرگی بخشید. این پروژه در واقع کار را با نظریه آغاز کرد و توانست با موفقیت بر مسکلات پژوهش پایه ای و کاربردی فایق آید و نیز با سرعت هر چه تمامتر به توسعه تکنولوژیکی دست یابد و بدین ترتیب پیش از پایان جنگ، ساخت بمب را به اتمام رساند. این طرح الگویی شد

برای طرح عظیم تکنولوژیکی که سه دهه بعد انسانی را به کره ماه فرستاد.

توسعه تکنولوژیکی زمان جنگ استوار بود بر همکاری مؤثر میان علم و دولت و صنعت. این همکاری برای متحدان غربی شامل بسیج کامل جامعه علمی بود. این نکته مایه شگفتی است که چگونه دانشمندی که به طور عادی به فعالیتهای آکادمیک مشغول بودند به این سادگی از مهارتهای خود برای توسعه جنگ افزارها استفاده کردند. در ابتدا، ایجاد روابط میان دانشمندان تازه استخدام شده و خدمات نظامی مختصر و سنتی تکنیکی چندان ساده و آسان نبود. اما دیری نپایید که همکاریهای تمام عیاری شکل گرفت و دانشمندان مشهور به کار شدند.

البته جایگاه صنعت در این وضعیت حیاتی بود، آن هم نه فقط در عرصه تولید بلکه در طراحی واحدهای پایلوت صنعتی شیمیایی و مهندسی اولیه و پذیرش مسئولیت طرحهای خاص توسعه با بستن قراردادها. در بسیاری از موارد، دانشمندان و مهندسان نوآوران برجسته ای بودند.

توسعه جالب در طول جنگ به ویژه با ظهور حوزه جدیدی به نام تحقیق عملیاتی⁴ همراه بود. این توسعه در اساس محصول استفاده از آمارهای ساده یا منطبق عرفی علمی برای عملیات واقعی بود. گروه های تحقیق عملیاتی از فرمانهای ویژه ای تبعیت می کردند. بیشترین موفقیت تحقیق عملیاتی در نبرد بریتانیا بود یعنی آن هنگام که روی رادارهای ریز موج (میکروویو) کار می شد. آلمان ها از این تکنولوژی بی بهره بودند و نیروی هوایی انگلستان با بهره گیری از این تکنولوژی توانست با شناسایی و پیش بینی موقعیت های مطلوب جنگی و کنار گذاردن وضعیتهای نامطلوب، نیروی آلمان را شکست داد. جالب اینکه موفقیت تحقیقات عملیاتی حاصل کار دانشمندی بود که در رشته های کاملاً متفاوتی همچون فیزیک و ژنتیک گیاهی تخصص داشتند. مسئله مهم وجود احساس سالم و درست نسبت به روش علمی و برقراری مناسباتی حاکی از اطمینان دو جانبه میان دانشمندان تحقیق عملیاتی و تصمیم گیرندگان نظامی بود. این تکنیک در

سالهای بلافاصله پس از جنگ رواج قابل ملاحظه ای در صنعت یافت.

جادارد که در این جا به تصور نادرستی اشاره شود که در مورد کیفیتهای مطلوب مشاوران علمی سیاسی و نظامی به وجود آمده است. ضرورتی ندارد که مشاور علمی دانشمندی سرشناس باشد و طوری وانمود کند که همه پاسخها را می داند. در حقیقت به غیر از استثناهایی، بعید است که مشاوره علمی در جهان علم سرشناس و مشهور باشد بلکه او باید فردی با دانش گسترده علمی و منطقی سلیم باشد و به نحوی در ارتباط با شبکه همکاران در رشته های مختلف علمی باشد که بتواند با آنان در مورد موضوع هایی خاص مشورت کند.

با این وصف، اقتصاددانان تا کنون توجه اندکی به نقش علم و تکنولوژی در رشد اقتصادی و صنعتی کرده اند. این نکته عموماً پذیرفته شده است که توسعه در کشورهای جهان سوم اساساً بستگی دارد به خلق توانایی بومی برای علم و تکنولوژی در هر کشور یا دست کم در گروهی از کشورها.

او همچنین باید دارای شخصیتی توانا در ایجاد مناسباتی مبتنی بر تفاهم با رهبرانی باشد که با او

مشورت می کنند. در نشست‌هایی که در دهه 1970 میان مشاوران علمی رؤسای جمهور مختلف آمریکا برگزار شد آشکار گردید که فقط در یک مورد (مورد جری وایزدر در مقام مشاور علمی کنیدی) رابطه ای حاکی از اطمینان دو جانبه برای مشورت و رایزنی نظام مند و سودمند وجود داشته است.

مورد جالب توجه، مورد سرهنری تیزارد است که پیش از جنگ جهانی دوم، رئیس شورش پژوهشهای هوانوردی بریتانیا و مسئول توسعه سریع رادار ریز موج و هواپیشماهای جنگنده پیشرفته بود. هنگامی که چرچیل به قدرت رسید، مشاور علمی خود یعنی پروفیسور لیندمن و پس از او پروفیسور لرد چرول را به کار گمارد و در نتیجه، تیزارد مجبور به استعفا شد. پس از جنگ، رمان نویسی به نام سی پی. اسنو در سخنرانیهای خود در دانشگاه هاروارد ثابت کرد که اگر چرچیل شش ماه زودتر به قدرت رسیده بود و موجب استعفای زودتر تیزارد می شد، آلمان ها فاتح نبرد بریتانیا می شدند و تاریخ به کلی تغییر می کرد.⁵ این نکته نشان

دهندهٔ خطرهای احتمالی است که تصمیم‌گیری‌های حیاتی بر پایهٔ مشورت صرفاً یک دانشمند می‌تواند در پی داشته باشد.

سالهای بازسازی

موفقیت علم در پیروزی جنگ برجسته بود؛ و ضرورت داشت که علم هم در اقتصاد و هم در جامعهٔ زمان صلح به همان اندازه مؤثر باشد. کشورهای سرتاسر جهان به تدریج شروع به ارزشیابی دوباره منابع علمی خود کردند آن هم از این زاویه که اصلاح‌هایی را در زیرساخت علمی خود ایجاد کنند و آن را با وضعیت جدید متناسب سازند. در ایلات متحده که صنعت آن در بهره‌گیری از تکنولوژی‌های جدید بسیار موفق و سریع بود، معلوم شد که بسیاری از توسعه‌های اساسی سهمیم در پیروزی جنگ، حاصل پژوهش علمی اروپا بوده است. بنابراین، ضرورت تقویت نظام‌های پژوهش‌های بنیادی آشکار شد. روزولت از نواریوش (رئیس سازمان بسیار موفق اما موقتی زمان OSRD) خواست که پیشنهادهایی

را برای شرایط پس از جنگ ارائه دهد. این امر منجر به ارائه گزارش تاریخی علم مرز بی پایان⁶ شد که سرانجام بنیاد ملی علم بر اساس آن پایه‌ریزی گردید.

در انگلستان وضعیت کاملاً متفاوت بود. از بسیاری از کشفیات مهمی که در این کشور انجام می‌گرفت، در خارج از کشور بهره‌برداری می‌شد و سود اقتصادی اندکی برای ابداع‌کنندگان خود در بر داشت. بنابر برآوردها در ایالات متحده در مقابل هر پژوهشگر علوم پایه 2/5 دانشمند و مهندس کاربردی وجود داشت حال آنکه این تعداد در انگلستان 1/2 تا 1 نفر بود. از همین رو شورای مشورتی سیاست علمی (ASCP) در میان سایر هدفهای خود، به مطالعهٔ چگونگی دستیابی به ارتباطی بهتر بین نظام علمی و نظام‌های تولید و توسعهٔ اجتماعی پرداخت. در انگلستان دوگانگی فرهنگی وجود داشت که احتمالاً همین ریشهٔ ناکامی این کشور در استفاده از دستاوردهای علمی بوده است: همزیستی دو گروه از نخبگان (یکی نخبگان علوم انسانی و دیگری نخبگان آموزش علمی)

که تقریباً ارتباط با یکدیگر را قطع کرده بودند.

فضای مهم و اسرارآمیز علم که میراث موفقیت‌های زمان جنگ است، جریان به سرعت روزافزون منابع را در کشورهای صنعتی تولید کرد. در ابتدا، علم تا حدودی حوزه ای اختصاصی بود که مجالس قانونگذاری منابع را با تحقیق و تفحص اندکی بدان تخصیص می دادند، به عبارت دیگر بر مبنای این پیشفرض ساده که پژوهش چیز خوبی است و پژوهش بیشتر، مشکلات بیشتری را حل خواهد کرد. تصمیم‌گیریها بدون بحث و تعارضی جدی و در شرایط راحت، چنان سریع انجام می گرفت که به نظر پدیده ای اجتناب ناپذیر و حقیقتاً رها از سیاست به نظر می رسید. مسئله اصلی و اولیه سیاست علمی در کشورهای سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (OECD) در طی این دوره شکوفایی مسئله افزایش سطح بودجه تحقیق و توسعه کشورهای مختلف بود، که به صورت درصدی از تولید ناخالص ملی (GNP) ارزیابی شده و نسبت به سطح تولید ناخالص ملی ایالات متحده سنجیده

می شد. در این فرایند، هم دولت و هم دانشمندان تحقیق و توسعه را سرمایه گذاری ملی و ارزشمند و متکی به خود و در واقع بدون ارجاع به محتوای آن به شمار می آورند به شرط آنکه کاملاً خلاق و پیچیده باشد و تحقیق و توسعه را صرفاً با ملاحظات سطحی از ارتباط آن با هدف [ای ویژه ملی در نظر می گرفتند. در این ارتباط لازم است یادآور شویم که در ابتدای کنفرانسهای دوره ای دانشمندان و اعضای مجلس که از سوی شورای اروپا سازمان می یافت قانون‌گذاران خواهان آن بودند که در مورد برخی از نمونه [ای مهم علم بزرگ (big science) همچون رادیو تلسکوپها و شتاب دهنده های ذرات با انرژی بسیار زیاد صحبت شود و در صورت امکان از آنها بازدید کنند. آنان که مجذوب فضای پر رمز و راز و اسرارآمیز علم شده بودند، ارتباط میان علم و اقتصاد را نمی دیدند و بالطبع، پرسشهای اندکی را در مورد زمینه اقتصادی سرمایه گذاریهایشان در امر پژوهش مطرح می کردند. اما این وضع به سرعت تغییر کرد.

از سوی دولت انگلستان شورایی
مشورتی در مورد سیاست علمی در
1946 تأسیس شد که در نوع خود در
جهان بی سابقه بود با جدیت آغاز به
کار کرد. وزیران با این شورا مشورت
می کردند. برای مثال، کنسول خزانه
داری انگلستان که با مسائل بازسازی
دست و پنجه نرم می کرد، با کمبود
شدید پول از کار بازماند. او وسوسه
شد که واردات مواد غذایی بالطبع جیره
غذایی را کاهش دهد. او با شورای
مشورتی سیاستی علمی مشورت کرد و
پرسید که آیا دست زدن به پنین کاری
که با کاهش باروری کارگران صنعتی
همراه است، نتایجی منفی به بار می
آورد یا نه؟ شورا برای پاسخ دادن به
این پرسش، هیئتی از کارشناسان امور
تغذیه، بیوتکنولوژی و غیره را گردهم
آورد. این هیئت گزارش داد که کم کردن
کالری برای مردم نتایجی منفی به بار
آورد اما این نتایج منفی و خسران را می
توان در امر تولید، با یک نظام متفاوت
جیره بندی جبران کرد به نحوی که
کارگران کارهای دشوار و یدی از جیره
غذایی بیشتری نسبت به کارگران

مشغول در کارهای سبک تر و نیز زنان
خانه دار و غیره برخوردار شوند.
حاصل آنکه کنسول خزانه داری طرح
کاهش جیره بندی غذایی را غیر عملی و
از لحاظ سیاسی خطرناک یافت و در
نتیجه جیره بندی غذایی تغییر نکرد.

رئیس شورای مشورتی سیاست علمی
همانند وزیر علوم، پرسشهای کلی چندی
را پیش کشید. ع لم چگونه می تواند به
بهترین وجه به اقتصاد و جامعه در این
دوران بازسازی و کمبود سرمایه یاری
رساند؟ گروهی از صاحبان صنایع، تجار
و اقتصاددانان برای بررسی مسئله گرد
هم آمدند. آنان همگی معتقد بودند که
پژوهش برای افزایش سرمایه ضروری
است اما با توجه به ماهیت نظام علمی و
تکنولوژیکی، به بار نشستن سرمایه
گذاری در تحقیق و توسعه، سالهای
بسیاری طول می کشد. بعلاوه، راهی
طولانی برای به پایان رساندن بازسازی
در پیش بود، تلاشهای بسیاری باید
صورت می گرفت تا از روش علمی برای
افزایش کارایی در صنعت، کشاورزی و
بخش خدمات، به ویژه از رهگذر افزایش
سطح باروری نیروی انسانی استفاده

شود. بر اهمیت عامل انسانی تأکید بسیاری شد و سعی در اثبات این نکته شد که نیروی کار نقش زیادی در بهبود باروری دارد و باید در منافع سهیم شد، همچنین بر ضرورت ارتقای سطح مدیریت و ایجاد تسهیلات برای آموزش مدیریت تأکید شد. این موارد همگی اموری بود که تا آن زمان نهادهای آکادمیک از پذیرش آنها سر باز می زدند. این امر موجب حرکتی بارور شد. مقایسه های بین المللی و بین شرکتها در مورد نتیجه تولید هر انسان در هر ساعت و در هر سال کاملاً تغییر کرد و علت تفاوتها آشکار شد و امکانات پیشرفت پیشنهاد شد.

عامل اصلی در بازسازی اروپا برنامه سخاوت‌مندان و بلند پروازانه مارشال بود. اعضای اروپایی سازمان همکاری اقتصادی اروپا کمیته تولید و پژوهشهای کاربردی را در پاریس تشکیل داد که موجب تعمیم و گسترش خلاقیت انگلیسی در ایجاد مراکز ملی تولیدی در هر یک از کشورهای عضو شد. این مراکز بر بنیاد سه گانه دولت، مدیریت و کار استوار بود. این مراکز نشان داد که

در سطح مسائل بنیادی ، بویژه انتقال تکنولوژی صنعتی از آمریکا به اروپا و استقرار مراکز آموزش مدیریت در دانشگاه موفق است.

دو مورد: ژاپن و اتحاد شوروی

تا بدین جا از موقعیت اروپا و آمریکای شمالی بعد از جنگ صحبت شد. اما وضعیت ژاپن کاملاً متفاوت بود: ملتی شکست خورده، از بمب اتمی ضربه دیده و به اشغال نیروهای خارجی درآمده. چنین ملتی باید اطمینان خود را از نو بدست آورد و جامعه و اقتصاد خود را از نو و با ارزشهایی نوین و هدفهایی نوین می ساخت. بدین منظور، ایالات متحده کمک بسازایی کرد و ژاپن از زیر هزینه های نظامی خلاص شد. اما آنچه مایه موفقیت آنها شد ویژگی های ملیشان بود، همچنین ثبات، اتفاق نظر، الگوگرایی به همراه توان استثنایی آنان در سخت کوشی بود که دست به دست هم معجزه اقتصاد ژاپن را شکل داد. نخستین گام، بازسازی نظام آموزشی و ایجاد دانشگاه های بی شمار با اعضای برجسته هیئت علمی در رشته علوم

طبیعی و مهندسی بود. از آنجا که مدرسه های جدید پژوهشی هنوز در وضعیتی نبود که بتواند عناصر و اجزایی را برای نوآوری بومی فراهم آورد، صنایع نخست مجبور به تکیه به تکنیکهای خارجی شدند البته این تکنیکها با دقتی کم نظیر انتخاب می شدند. گروه های کثیری از کارشناسان به اروپا و آمریکای شمالی سفر کردند و با بنگاه های دولتی، شرکت های صنعتی و دانشمندان و مهندسان منفرد به گفتگو نشستند. این گروه ها دانش فوق العاده و دقیقی را نه فقط از تکنولوژیهای موجود بلکه از تکنولوژیهای در دست تهیه و طرح نیز به دست آوردند. بر همین اساس، فرایند و فراورده ها انتخاب شد، حقوقها و مجوزها کسب و تولید در ژاپن آغاز شد. اما این یک تقلید صرف نبود. در بسیاری از موارد فراورده هایی که دارای مجوز و پروانه خارجی بود، از نو طراحی می شد تا مفاهیمهای ژاپنی کیفیت، دقت و طراحی هنری ثبت شود. ساخت صنایع مدرن ژاپن از رهگذر همکاری بی نظیر میان صاحبان صنایع

و بانکها و وزارت خانه ژاپنی (MITI) صورت گرفت.

گرچه بازسازی طیف گسترده ای از صنایع را دربر می گرفت اما به بخش الکترونیک اولویت ویژه ای داده شد. و در این مورد نیز ژاپن بار دیگر از خود دوراندیشی چشمگیری نشان داد. غربی ها برنامه های دراز مدت سرمایه گذاری در توسعه و تولید ژاپنی ها را به سخره می گرفتند و آنها را برنامه هایی غیر واقعی و مایوس کننده تلقی می کردند. اما گذشت زمان درستی و اعتبار این برنامه ها را ثابت کرد و علوم الکترونیک سودهای هنگفتی برای ژاپن به ارمغان آورد.

وضعیت شوروی کاملاً متفاوت بود. گرچه شوروی در جنگ پیروز بود اما خسارتهای بسیار زیادی متحمل شده بود. شوروی پس از جنگ از ارتشی قدرتمند اما زیرساخت بین المللی بسیار کم مایه ای برخوردار بود. اتحاد شوروی با تعصب ایدئولوژیکی و قدرت نظامی سایر کشورهای اروپای شرقی را نیز وارد حلقه خود کرد و همان ساختار و سیاستهای خود را بر آنان

تحمیل کرد. قطب بندی میان نظام کمونیستی و بازار آزاد به طور اجتناب ناپذیر به رویارویی دو طرف و جبهه بندی منجر شد. در این میان، ایالات متحده و هم پیمانانش هم از قدرت و نیروی کافی برای توسعه تکنولوژی پیچیده نظامی در جهت حفظ برتری خود در مسابقه تسلیحاتی برخوردار بودند و هم توان آن را داشتند که اقتصادهای قوی و غیر نظامی خود را بسط و گسترش دهند حال آنکه شوروی در این عرصه ناتوان بود و از همین رو، اولویت را قاطعانه به هدفها و ضرورتهای نظامی داد. علوم و تکنولوژی شوروی از استاندارد بالایی برخوردار بود. شوروی به کمک اطلاعات به دست آمده از جاسوسان خود در غرب، توانست با سرعتی اعجاب انگیز هم بمب اتمی و هم بمب هیدروژنی بسازد. وانگهی کیفیت بالای دانشمندان و مهندسان شوروی در توسعه پیچیده ترین ابزارهای نظامی از جمله موشکهای بین قاره ای بالستیک با دانشمندان آمریکایی برابری می کرد. همین نبوغ و مهارت در محیط تکنولوژیکی نیز به چشم می آورد. پرتاب

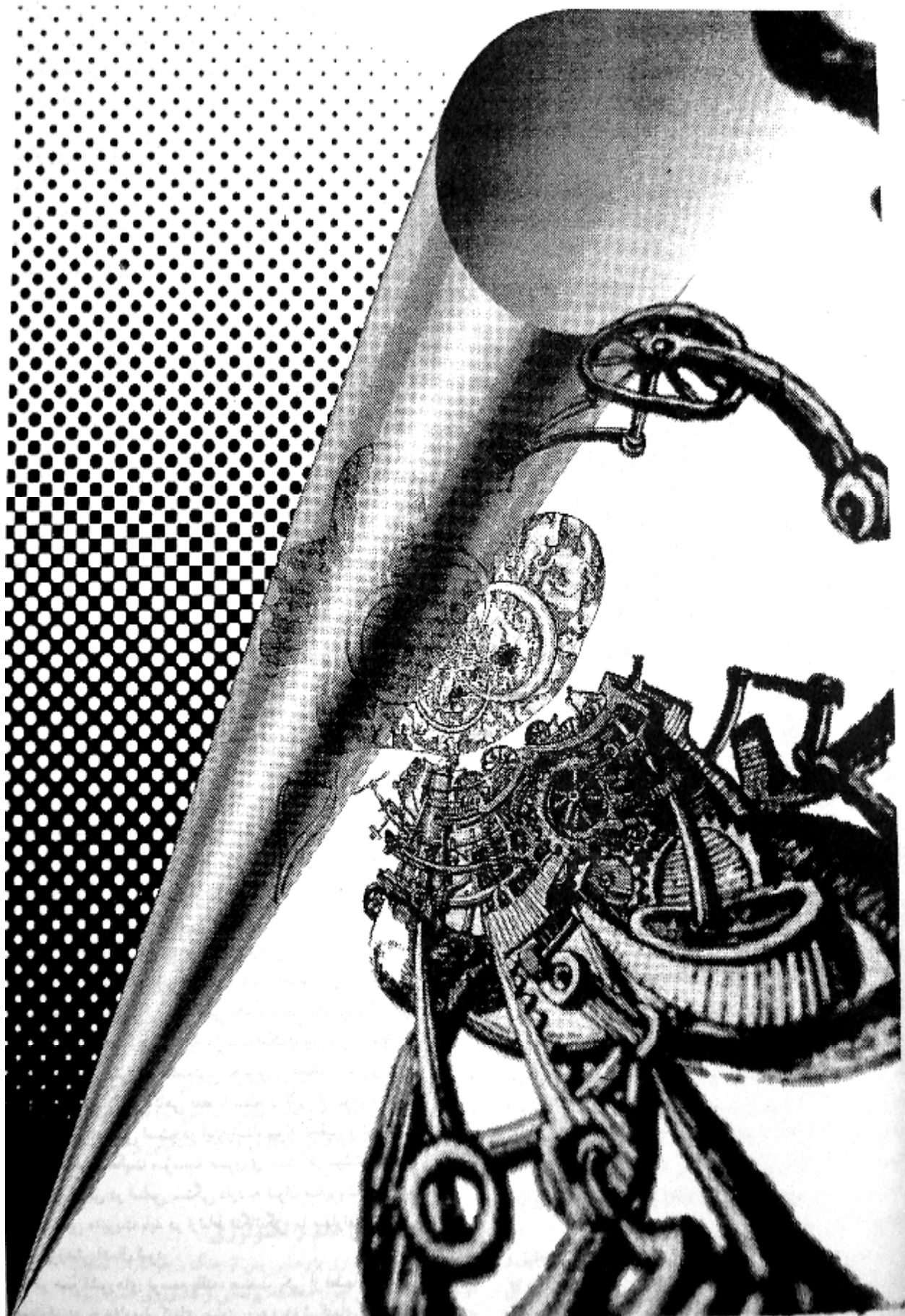
موفقیت امیز ماهواره های شوروی غربی ها را شگفت زده کرد و به آمریکایی ها انگیزه ضروری برای تأمین منابع لازم برنامه های فضایی را داد. اما در عوض جبهه غیر نظامی راکد و فاقد نوآوری بود. به دشواری می توان از فراورده جدیدی یاد کرد که شوروی توانسته باشد آن را به بازار جهانی بفروشد. از همین رو، رشد اقتصادی همانند استانداردهای زندگی در سطح پائینی باقی ماند. این امر بسیار ناهمساز و متناقض است که کشوری به گونه ای به حیات خود ادامه دهد که تکنولوژیهای نظامی و فضائیش به سطوحی باور نکردنی از پیشرفت و پیچیدگی برسد در حالی که مردم در مناطق گسترده ای از آن همانند مردم جهان سومی زندگی کنند. سازمان علوم اتحاد شوروی با سازمان علوم کشورهای غربی تفاوت داشت. پژوهش بیشتر در نهادهای آکادمی علوم انجام می گرفت و نه در محیط آکادمیک. اعضای آکادمی از نخبگان کشور بودند و امتیازهای خاصی داشتند اما در عین حال با

محدودیت‌های بسیاری نیز روبه رو بودند.

علم و اقتصاد

تا همین اواخر درک رابطه میان علم و اقتصاد در سطح بسیار ساده ای بود. البته دیر زمانی است که درک شده است کشفیات بنیادین علم منجر به پدید آمدن صنایع بزرگ و جدید متکی بر پژوهش می شود. مهندسی جدید قدرت بدون درک قواعد ترمودینامیک امکان پذیر نیست؛ صنایع الکتریکی و الکترونیکی پیش از کار فارادی و اخلاف او حتی قابل تصور نبود؛ رشته های داروسازی و دیگر رشته های صنایع شیمی مشتق از مهندسی مولکولی با پیشرفت شیمی آلی امکانپذیر شد. با این وصف، اقتصاددانان تا کنون توجه اندکی به نقش علم و تکنولوژی در رشد اقتصادی و صنعتی کرده اند. فرض بر این است که تکنولوژی و پژوهش متکی بر آن و محصول بر هم کنش نیروهای اقتصادی تنها به منزله عاملی از دست ناپیدای آدم اسمیت است.

در اوایل دهه شصت، پژوهشهای جدید تی ولتس، سون نیلسون و دیگران در مورد عوامل تعیین کننده رشد اقتصادی راه را برای درک بهتر جایگاه تکنولوژی گشود. دنیسون در مطالعه خود به سال 1962 روی رشد اقتصادی ایالات متحده از آغاز سده بیستم نتیجه گرفت که فقط 40 درصد از افزایش تولید ناخالص ملی را می توان با افزودن داده های سنتی سرمایه و نیروی کار توضیح داد که بنابر فرض عبارتند از مجموعه ای از عناصر که آموزش، علم، تکنولوژی، مدیریت شرکتها و مدیریت نقش مهمی در میان این عناصر دارد. این مطالعه و سایر مطالعه ها در اساس نشان دهنده آن است که کیفیت کار و کیفیت استفاده از سرمایه موجب رشد سریع تولید ناخالص ملی می شود. کیفیت نیروی کار انسانی در تمامی سطوح از کارگر غیر ماهر گرفته تا مدیریت سطوح بالا، با آموزش ارتقا می یابد؛ استفاده از سرمایه نیز با نوآوری تکنولوژیکی بالا می رود. گرچه با این



مطالعه مخالفت شدیدی شد اما خطوط گسترده آن به طور کلی پذیرفته شد. به تدریج هم علم و هم آموزش به منزله سرمایه گذاری ملی شناخته شد. در حقیقت، هم اکنون علم به منزله نیرویی مستقل و خودگردان در اقتصاد و در واقع منبع اصلی قدرت اقتصادی تلقی می شود.

رقابت در سیاهه موفقیتها که محصول آمارهای قیاسی بین المللی تحقیق و توسعه بود پرسشهای چندی را در اواخر دهه 1960 برانگیخت، پرسشهایی مبنی بر اینکه اختلاف تحقیق و توسعه آمریکا با تحقیق و توسعه کشورهای اروپای غربی چه اهمیتی در برنامه آتی اجرایی و اقتصادی کشورهای مورد نظر دارد. مطالعه روی فاصله به اصطلاح تکنولوژیکی نشان داد که در حقیقت هیچ ارتباطی میان تلاش تحقیق و توسعه یک کشور و رشد اقتصادی یا تجاری آن وجود ندارد. چنین به نظر می رسد که انتقال تکنولوژی با ترتیبات جامعه و فراگیر میان شرکتهای صنعتی آن چنان سریع بوده است که نارساییهای تحقیقات و پژوهشهای داخلی و کمبود

نوآوریهای بومی را جبران کرده است. توسعه صنعتی بسیار موفق ژاپن بر پایه واردات تکنولوژی گواه این مدعاست. با این حال، انتقال مؤثر تکنولوژی سطح کیفی آموزش و فعالیت فنی و تکنیکی را می طلبد که این سطح کیفی باید فراتر از حد آستانه معین در کشور وارد کننده تکنولوژی باشد. گسترش قابل ملاحظه فعالیت علمی باید به صورتی باشد که انتخاب پیشرفتهای نوین با نیازها و سنتهای کشور مورد نظر همخوانی داشته باشد و کاملاً با آن سازگار باشد. در صورت نبود آگاهی کافی عملی، کشور به سادگی، حقوق انحصاری نادرستی را خریداری می کند و به شیوه ای نامؤثر و بودن کارایی از آنها استفاده می کند و راه را به سوی کهنگی طی می کند.

نوآوری تکنولوژیکی و صنعت

با روشن شدن مسئله خلاء تکنولوژی ثابت می شود که این خلاء نه اساساً خلائی تکنولوژیکی است و نه آن طور که برخی ادعا می کنند ناشی از خلاء مدیریت، بلکه ناشی از ناهماهنگیها در

توان نوآوری است. فرایند بنیادین نوآوری تکنولوژیکی بی نهایت پیچیده است. هر چند وجود اندیشه ای جدید برخاسته از پژوهش و با امکان بالقوه ای برای بهره برداری اقتصادی در اصل نقطه شروعی برای نوآوری است اما این فقی شروع فرایند طولانی توسعه است. از میان بسیاری از عوامل مورد بحث، سیاست مناسب مالیاتی و در دسترس بودن سرمایه اهمیت بارزی دارد. به علاوه، فضای مدیریت، مهارتها و کاردانیهای آن و رابطه ای مناسب و خوب میان مدیریت و نیروی کار نیز مهم و اساسی است. برای مثال، یا بازار برای یک فراورده جدید وجود دارد و یا باید به وجود آید و در این صورت این مهم برعهده مهارتها و کاردانیهای مدیریت است. در پس تمامی این موردها، ضرورت ایجاد شرایط عمومی مساعد همچون ایجاد نظام آموزشی کارا با توجه به سنتهای بومی و روان شناسی محلی جای دارد. تنها، با درک این متغیرهای متمایز و بر هم کنش آنهاست که امکان هماهنگی و مدیریت فرایند نوآوری دست می دهد.

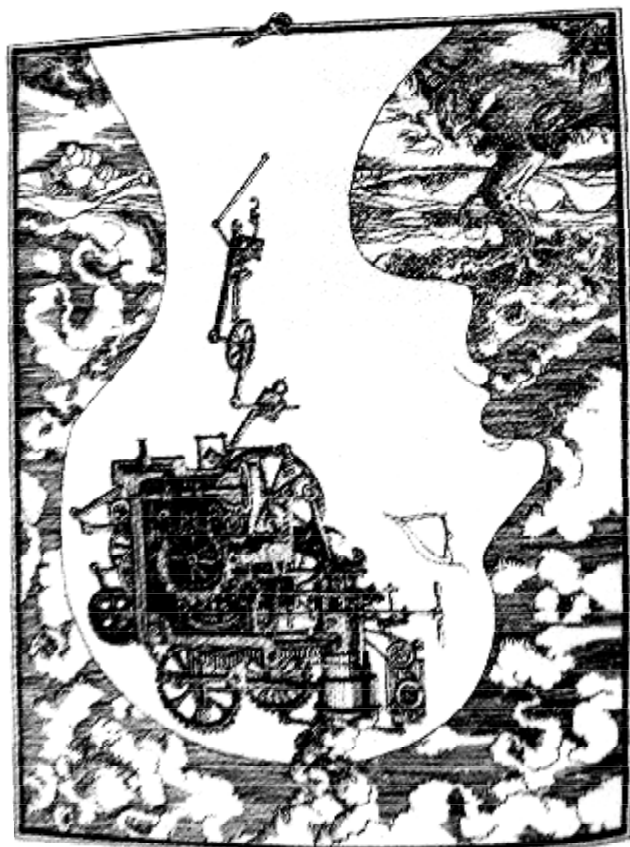
در مؤسسه ها و صنایع بزرگ متکی بر علم مانند بخش شیمی و داروسازی و الکترونیک، نقش تحقیق و توسعه و پیشرفت یکنواختی داشته است و نسبت بالایی از هزینه ها را موجب می شود. در آغاز دوره مورد بحث، رابطه تحقیق و توسعه با رأس مدیریت اغلب رابطه ای رضایتبخش نبود. بخش پژوهش به سادگی از سیاست کلی مؤسسه منزوی شده و گرایش داشت تا مجموعه NIH (not invented here) به معنای در اینجا ابداع نشده) را توسعه دهد و بدین ترتیب به منزله مانعی بر سر راه نوآوریهای خریداری شده از بیرون عمل می کرد. هر مؤسسه ای می تواند انتظار آن را داشته باشد که فقط بخشی از فراورده ها و فرایندهایش را با پژوهش داخلی توسعه بخشد و در عین حال بر تکنولوژی خریداری شده تکیه ورزد. البته این گرایش می تواند خطرناک باشد مگر آنکه با سطح بالایی از آگاهی علمی همراه شود، آگاهی که به مؤسسه امکان بررسی و مطالعه جهان و انتخاب بهترین و مناسبترین تکنولوژی همخوان با نیازهایش را می دهد. احتمالاً این آگاهی

فقط با سطح بالایی از توان داخلی پژوهش قابل دستیابی است. در این راستا، پیوند تحقیق و توسعه با سایر عناصر فعالیت مؤسسه ضروری است. در بیشتر موارد، نوآوریهای موفق در اساس بستگی دارد به توان مدیریت در مرکز مؤسسه؛ این مدیریت باید در ارتباط تنگاتنگی با مهارتها و تخیل بخش پژوهش اعمال شود.

در همه کشورهای توسعه یافته، صنعت یکی از قطبهای اصلی قدرت است. به علاوه، شرکتهای صنعتی، به ویژه شرکتهای فراملیتی، نیروهای اصلی در مناسبات بین المللی و انتقال تکنولوژی اند. در کشورهای کمتر توسعه یافته، به حضور این شرکتهای نیاز است و در نتیجه از آنها استقبال می شود. اما این شرکتهای در عین حال مایه ترس و هراس نیز هست و اسن ترس بدیهی و اجتناب ناپذیر است چون قدرت و منافع این شرکتهای اغلب بیشتر از قدرت و منابع کشورهای است که در آن مشغول کارند.

مؤسسات گسترده مدرن تکنولوژی بدون شک از قدرت بسیار زیادی

برخوردار است و از همین رو در موقعیتی است برای عرضه مؤثر تکنولوژیهای جدید به کشورهای توسعه یافته. در کشورهای پیشرفته دارای الزامهای دفاعی مهم، تکنولوژیهای جدید بسیاری توسعه می یابد آن هم با قراردادهایی که با بنگاه های نظامی و فضایی و هسته ای دولت بسته می شود. پس شرکتهای و بنگاه ها منافع مشترکی در ایجاد تجهیزات به مراتب پیچیده تر دارند. بسیاری بیم آن را دارند که مجموعه صنایع نظامی از زیر نظارت



مجلس شانه خالی کند چرا که قدرت عظیم این مجموعه می تواند پیامدهای شومی داشته باشد.

تحقیق و توسعه و مسابقه تسلیحاتی

بخش اعظمی از دوران پس از جنگ با جنگ سرد همراه بود، جنگی که مسابقه تسلیحاتی با ابعادی غول اساس را موجب شد و در این میان تحقیق و توسعه نظامی نقشی اساسی داشت. همان گونه که گفتیم توسعه تکنولوژی حاصل از کشفیات در آزمایشگاه های پژوهشی، یکی از نیروهای اصلی ایجاد رشد اقتصادی و پیشرفت صنعتی بوده است. اهمیت استراتژیکی این نوآوریهای تکنولوژیکی در عرصه های نظامی بسیار زیاد است. این نوآوریها چنان سطحی از پیچیدگی تکنولوژی نظامی را به بار آورده است که گفته می شود چند بار پیچیده تر از توسعه تکنولوژیهای غیر نظامی است. اگر از تحقیق و توسعه نظامی خبری نبود آنگاه سلاح های جدید اندکی ابداع می شد و پیشرفتهای سلاحهای سنتی به امری کاملاً حاشیه ای بدل می شد. اما آنچه در واقع رخ داد

این بود که پژوهش ماهیت جنگ را تغییر داد و خطرهای جنگ و دامنه تخریب بالقوه آن را نیز افزایش داد. به نظر می رسد که علت جنگ و انگیزه های آن در طول هزار سال ثابت مانده است اما قدرت تخریب سلاحها یک میلیون برابر افزایش یافته است.

پژوهش نظامی، جنگ افزارها و سلاحهای بی شمار و دستگاه های بسیار پیچیده ای را پدید آورد که محرک مسابقه تسلیحاتی شد و نیروی حرکت آن را حفظ کرد. طرحهای کنونی تحقیق و توسعه به جنگ افزارهای بی شمار فردا بدل می شود که در آن پیچیدگی تسلیحاتی اهمیت بیشتری از حجم خالص سخت افزارها دارد. دیدیم که پیشرفتهای تکنولوژیکی یکی از ابرقدرتها در زمینه تسلیحات بی درنگ با پیشرفتهای توان ضربه زدن ابرقدرت دیگر تلاقی می شد و بدین ترتیب زنجیره ای بی پایان از کنشها و واکنشها اتفاق می افتاد. در نتیجه، برتری تکنولوژی به دلمشغولی اصلی دو ابرقدرت در مسابقه پیچیدگی تکنولوژی بدل شد و این دلمشغولی نشان می دهد

که ادعای امکان دستیابی یا حفظ موازنه نظامی ادعایی سفسطه امیز است.

بخش اعظمی از کل بودجه تحقیق و توسعه دولتها به تحقیق و توسعه نظامی اختصاصی داده می شد، برای مثال بیش از نیمی از کل بودجه ایالات متحده و اتحاد جماهیر شوروی. وانگهی، درونداد پژوهشی فراورده ها در بخش ای غیر نظامی بسی کمتر است. بنابر برآورد مؤسسه پژوهش بین المللی صلح در استکهلم (SIPRI) در دهه 1970 میانگین پژوهش برای قطعه های پیشرفته تجهیزات نظامی حدود بیست برابر بیشتر از پژوهش هر یک از اقلام بازار غیر نظامی بوده است.

اطلاعات دقیقی در مورد تعداد دانشمندان و مهندسان مشغول به کار در تحقیق و توسعه نظامی در دست نیست. مؤسسه پژوهش بین المللی صلح برآورد کرد که حدود چهارصد هزار دانشمند و مهندس در دهه 1970 در این عرصه مشغول به کار بوده اند و برآوردهای بعدی رقمی بالغ بر 500 هزار نفر را نشان می دهد و این به معنای آن است که 45 درصد از دانشمندان پژوهشگر

جهان در عرصه های نظامی مشغول به کار بروده اند و اگر فقط فیزیکدانان و مهندسان پژوهشگر را در نظر گیریم این تعداد بیش از نیمی از تعداد کل خواهد بود. در نتیجه، پژوهشگران، بخش اعظمی از مجموعه صنایع نظامی اند و این امر نشان دهنده انحرافی سهمگین در ادراک و شعور جهانی از تلاش برای فعالیتهای سازنده به سوی فعالیتهای مخرب و ویرانگر است.

این شمار عظیم دانشمند برای حمایت به بودجه دفاعی وابسته اند. بیشتر اینان بیرون از جامعه عمومی و بین المللی علمی قرار دارند و گر چه بسیاری از آنان باید به دلیل موفقیتهای اهریمنی فراورده هایشان از شهرت برخوردار می شدند اما به طور گسترده ای گمنام اند. اینان که بیرون از نظام سنتی علمی قرار دارند، با موفقیت خود در ابداع تجهیزات هر چه پیچیده تر نظامی فقط در محفلهای خاص خود مورد پذیرش قرار می گیرند و پیشرفت می کنند، حال آنکه در نظام سنتی علمی موفقیت و پاداش هر دانشمند بستگی دارد به انتشار آزادانه نوآوری او و قضاوت

همردیفانش در مورد این نوآوری. بنابراین، وجود چنین پژوهشگرانی برای تداوم مسابقه تسلیحاتی ضروری و مهم است. بدین ترتیب، این دسته از دانشمندان به صنایع نظامی، وزارت خانه های دفاعی و فروشندگان اسلحه می پیوندند تا مجموعه صنایع نظامی دیوان سالارانه علمی را شکل دهند، مجموعه ای که منافعش حفظ بودجه نظامی و تحریک به توسعه و یا تکنولوژیهای بر هزینه و به مراتب پیچیده تر برای مقاصد نظامی است. قدرت این مجموعه چنان زیاد است که به نظر واقعاً مقاومت ناپذیر می آید. آیا پایان جنگ سرد و خلع سلاح اساسی در پی آن قدرت این مجموعه را کاهش داده است؟ هنوز نمی دانیم. کنت بولدینگ به یکی از تناقضهای جالب رفتاری در طول دوران جنگ سرد اشاره کرده است و آن اینکه سازمانهای دفاعی دو ابرقدرت با نیروی رانشی تحقیق و توسعه خود، واقعاً با یکدیگر همکاری داشته اند و در مقابل با مردم غیر نظامی خود رقابت بوده اند. چون هر افزایش بودجه ای در زمینه پژوهش در ایالات متحده اغلب به طور خودکار

موجب افزایش بودجه در اتحاد جماهیر شوروی می شد و بر عکس، و در مقابل، هر یک از این افزایش بودجه ها خطری سهمگین برای مردم غیر نظامی در کشور و بار سنگینی بر دوش آنان بود.

سیاستهایی برای علم و تکنولوژی

موج عظیم سرمایه گذاری پژوهشی پس از جنگ با جوانه زدن فعالیت در بخشهای مختلفی چون صنعت، پزشکی و کشاورزی همراه بود. تقریباً همه وزارتخانه ها پی به ضرورت پژوهش یا دست کم مشورت علمی بردند. آزمایشگاه های دولتی بسیاری در بسیاری از کشورها از جمله در عرصه های جدیدی چون انرژی هسته ای ایجاد شدند. به علاوه با گسترش آموزش دانشگاهی، پژوهش کارشناسی ارشد رشد کرد و شکوفا شد. پدیده «علم بزرگ» ظاهر شد؛ و پژوهش پایه ای که تسهیلاتی همچون شتابدهنده ذره با انرژی زیاد یار رادیوتلسکوپهایی بسیار پرهزینه و فراتر از امکانات دانشگاه ها را می طلبید و یافتن روشهایی جدید در سرمایه گذاری و سازماندهی در این

پژوهش ضروری بود. آشکار بود که ساختار های ملی پیش از جنگ برای تحقیق و توسعه نامناسب اند و پرسشهایی از این دست در همه جا مطرح شد: چه تغییرهای ساختاری ضروری است، چگونه می توان رویکردی جامع در مورد تلاش کلی علمی کشور فراهم آورد و چگونه باید منابع را در جهت حمایت از نوید و خلاقیت برای شکوفایی، سعادت و نیکبختی جامعه تخصیص داد. نخستین

علوم ایجاد شود و در دوران ریاست جمهوری آیزنهاور بود که شورای علمی به ریاست مشاور علمی رئیس جمهور و با اختیارات گسترده برای یافتن استراتژی دوران صلح آغاز به کار کرد. در فرانسه نیز شورای ملی پژوهش علمی (CNRS) ایجاد شد و ژنرال دوگل رئیس جمهور وقت فرانسه، مشاور علمی خاص خود را داشت. به زودی ترتیبات مشابهی در سایر کشورهای اروپایی و نیز جاهای دیگر پدیدار شد.

نهاد ملی برای سیاست علمی در سال 1947 در لندن ایجاد شد. این نهاد شورای مشورتی سیاست علمی (ACSP)⁶ نام داشت. نخستین

در بیشتر موارد، نوآوریهای موفق در اساس بستگی دارد به توان مدیریت در مرکز مؤسسه؛ این مدیریت باید در ارتباط تنگاتنگی با مهارتها و تخیل بخش پژوهش اعمال شود.

گزارش سالانه هیئت، پیشنهادهای منسجم نهادی را برای فعالیتهای غیر نظامی دولت در زمینه علوم طرح کرد. این پیشنهادها در اساس مورد پذیرش قرار گرفت و به طور گسترده ای به اجرا درآمد. در ایالات متحده که نظام پژوهشی زمان جنگ بسیار موفقیت آمیز بود، چندین سال طول کشید تا بنیاد ملی

دلمشغولی اصلی روزهای اول ساختار های جدید، تهیه ساز و کار لازم برای تخصیص منابع بود. در ابتدا، دانشمندان نسبت به این اقدام ها بسیار بدگمان بودند و بیم آن را داشتند که پژوهش در چارچوبی دیوانسالارانه گیر کند و بدین ترتیب خلاقیت آنان به مخاطره افتد. با این حال دیری نپایید که پرفسورهای فیزیک انرژی بالا دریافتند که نمی توانند انتظار داشته باشند که به هر یک از آنان یک سیکلوترون (دستگاه شتابدهنده ذرات باردار) و یک سنیکروترون (دستگاه شتابساز برای ازدیاد سرعت

ذرات باردار) واگذار شود و ارتباطی
بخردانه و هوشمندانه میان توزیع و
منابع برنامه پژوهش بدون مشورت خود
دانشمندان امکانپذیر نیست و نیز طولی
نکشید که درک شد سرمایه گذاری در
زمینه علوم بزرگ فراتر از امکانات
بسیاری از کشورها به تنهایی است و در
هر حال بی فایده است. پیامد این امر
ایجاد تسهیلاتی بین المللی برای پژوهش
بود از آن جمله ایجاد امکانات
پژوهشهای بین المللی (CERN) در ژنو.
البته بحث در مورد انواع بسیاری از
همکاری بین المللی که از زمان جنگ به
بعد مطرح شد فراتر از حیطه این کار بود
چه آن همکاری به مشکلات کشورها در
ایجاد ساختارهای مطلوب برای رواج
مشاوره سیاست علمی، پژوهش پایه ای
و حمایت از کشاورزی و صنعت و
فعالیت‌های پژوهشی دولت می پرداخت. با
توجه به طیف گسترده ای از سنت‌های
ملی و رویکرد های سیاسی هیچ اصل
تعمیم یافته ای در مورد ساختار و تبیین
علمی به دست نیامد، و محتمل هم نبود
که به دست آید. اما در بسیاری موارد،
در تاریخ کوتاه سیاست علمی،

ساختارهای ملی علم بارها و بارها تغییر
کرده بود.

تا کنون به مسئله سیاست‌هایی برای علم
پرداختیم. اما روی دیگر سکه علم برای
سیاست است؛ به دیگر سخن، استفاده
نظام مند از روش علمی چگونه می تواند
به بازسازی سیاست‌های سایر بخش‌های
فعالیت ملی یاری رساند، برخی از
پیامدهای سیاست‌های جدید را پیش بینی
کند و از اشتباه های غیر شهودی اجتناب
ورزد؛ بررسی و مطالعه های انجام شده
روی ماهیت فرایند نوآوری پیشاپیش
نشان داده بود که فرایند نوآوری در این
راستا مفید است و هیچ مسئله اجتماعی
وجود ندارد که تحقیق عمیق‌تر و
نظامندتری را توجیه کند. کاربرد تحلیل
نظامها و تهیه مدل‌های دینامیک رایانه ای
که یافتن انتخابها و برنامه های گوناگون
را امکانپذیر می سازد نوید بخش است.
با رشد زیاد میزان تغییر در بسیاری از
عرصه ها، شاهد پذیرش فزاینده نیاز به
بینشی عمیق‌تر در مورد روابط میان
بخش‌های گوناگونی که تا کنون مجزا به
شمار می آمدند هیتسم (برای مثال،
روابط میان انرژی، محیط زیست،

تغییرهای جمعیت و امنیت غذایی). در این مفهوم جدید، سیاست علمی می‌تواند سیاستی برای سلطه دانش اجتماعی و تکنیکی به شمار آید و در معنای گسترده‌تر، سیاستی برای تولید دانش جدید مورد نیاز انسان برای درک بهتر خود و جوامع و جهان.

با سربرآوردن سازمانهای بی‌شمار غیر دولتی (NGOs) به تدریج بازیگران جدیدی در صحنه سیاسی ظاهر شدند اغلب برای کمک به تحول سیاستهای دولتی طرح شد؛ برای مثال، در گزارشهای آکادمی ملی در واشنگتن درباره موضوعهایی همچون گرم شدن زمین و جمعیت. به علاوه، در همین دوره بود که حتی دوران جنگ سرد، دانشمندان هر دو طرف به لحاظ بین المللی و از رهگذر «جنبش پاگ واش»،⁷ تلاشهای زیادی برای مطلع ساختن هیئتهای سیاسی از ماهیت حقیقی مسائل به خرج می‌دادند و در مباحثات شرکت می‌کردند. تأثیر برجسته‌تر و قابل ملاحظه‌تر را گزارش باشگاه رم تحت عنوان محدودیتهای رشد به جای گذاشت که بحثی جهانی را برانگیخت.

در طول دوره ای که راجع به آن صحبت کردیم، آگاهی عمومی از علم و کاربردهای آن رشد عظیمی داشته است، به دیگر سخن، حرکت از تلقی علم به منزله امری اسرارآمیز تا به منزله بنیان جامعه معاصر گامی عظیم بود. پیامدهای منفی و مثبت علم به سرعت شناسایی و پذیرفته شد. نگرانی عمومی با سروصدای بسیار توسط بسیاری از «جنبشهای صلح» طرفدار خلع سلاح هسته ای، تعرض به زیردریاییهای هسته ای و مخالفت با ساخت نیروگاه های هسته ای بیان شد. این جنبشها دانشمندان بسیاری را جذب کردند. این جنبشها به رغم دوران متأثر از تعصب و خشک اندیشی، توانستند تأثیر و نفوذ قابل ملاحظه ای در سیاستهای رسمی دولتی داشته باشند و همه پرسى در سوئد که منجر به حذف نیروگاه هسته ای در این کشور شد گواه این مدعاست. موقعیت مشابهی در مورد مسائل زیست محیطی بروز کرد. گروه های مطالعاتی و اعتراضی بیشماری در این مورد سر برآوردند و نگرانی این گروه در خط سیر سیاسی بسیار از کشورها

تأثیر گذاشت، آن هم با ظهور اجزاب «سبز» که در انتخابات ملی نیز موفقیت‌هایی به دست آوردند. اما مادامی که حزب‌های تک‌هدفی در سیاست‌های ملی از نقشی پایدار و همیشگی برخوردار نیستند، احزاب سبز به طور قطع احزاب سنتی را وادار می‌کنند که از کنار مسئولیتهای سیاست‌های زیست‌محیطی به طور سرسری نگذرند. همین مسئله در مورد صنایع نیز صادق است.

علم، قدرت و کشورهای در حال توسعه
این نکته عموماً پذیرفته شده است که توسعه در کشورهای جهان سوم اساساً بستگی دارد به خلق توانایی بومی برای علم و تکنولوژی در هر کشور یا دست کم در گروهی از کشورها. این مسئله موضوع کنفرانس سازمان ملل درباره علم و تکنولوژی برای توسعه (1979) بود. اما از آن زمان تا کنون پیشرفت چندانی صورت نگرفته است و ناامید کننده است. این امر ممکن است تا حدودی ناشی از بحران اقتصادی و انحراف منافع اعطا کنندگان به سمت مسائل اروپای شرقی باشد اما در هر

حال وضعیت برای توسعه علمی تکنولوژیکی مساعد نیست. هر چند چنین وانمود می‌شود که برای علم اهمیت زیادی قائل اند اما در عمل اهمیت چندانی برای آن قائل نیستند. علم حرفه‌ای باب روز نیست و بیشتر نخبگان کشورهای در حال توسعه جذب عرصه‌های حقوقی می‌شوند و دیگر برای مشاوره و تدبیر در امور عملی دسترسی به آنان امکانپذیر نیست.

بر خلاف این روند گند انتشار علم و تکنولوژی در بیشتر کشورهای جهان سوم و در نتیجه فقدان توسعه در آنها، موفقیت کشورهای تازه صنعتی شده آسیای جنوب شرقی نمونه‌ای است برجسته از قدرت علم در توسعه اقتصادی، و کاردانیها و مهارتهای تکنیکی که با خرید برخی حق امتیازها و انحصارهای خارجی که کاملاً گزینش شده‌اند، دنبال می‌شود. نتایج به دست آمده بسیار چشمگیر بوده است. این نیز مثال دیگری است از اینکه در جغرافیای جهانی قدرت، علم چگونه نقشی بنیادین ایفا می‌کند.

انقلاب صنعتی با پیشرفتهای تجربی ماشین بخار یعنی با ابداع و اختراع آغاز شد. جامعه فراصنعتی یا اطلاع رسانی یا خدماتی (بسته به شیوه های متفاوتی که خواننده شود). اساساً برخاسته از کشفیات پژوهشی در فیزیک جامدات است. تغییرهای آینده در شیوه زندگی و جامعه نیز از کشفیات آزمایشگاهی برخوردار خواهد بود. ماهیت جامعه را نیز تغییر خواهد داد. بیشترین دلمشغولی و نگرانی نیز از این بابت خواهد بود که مطمئن شویم از امکانهای جدید در جهت منافع جامعه و نه فقط منافع فردی بهره برداری شود.

هنگامی که اعلام شد سازمان همکاری توسعه اقتصادی (OECD) قصد دارد نخستین گردهمایی بین المللی وزیران علوم را در اکتبر 1963 برگزار کند، وزیر آموزش هلند (نخست وزیر اسبق این کشور) با شتاب به پاریس رفت تا دبیر کل را قانع به لغو این گردهمایی کند. او چنین استدلال می کرد که «علم جنبه ای از دانش است و سیاستهای علمی بخش پیوسته و مکمل سیاست فرهنگی است. بحث در مورد آنها در فضایی اقتصادی

منجر به ابتذال و سوء استفاده می شود.» امروزه سمتگیری اقتصادی مشهود است. این گرایش بر آن است که به پژوهش به صورت مقوله ای تجاری نگاه شود و به دیگر سخن آن که از اصول بازرگانی آزاد پیروی کند و طرحها حتی سرحهای علوم پایه بر اساس بازده و ثمر بخشیشان به مثابه یک سرمایه گذاری محسوب و ارزیابی شوند. بسیاری از پژوهشهای پایه ای در واقع در آزمایشگاه های دانشگاه ها انجام می شد اما بسیاری از این برنامه های پژوهشی از سوی صنایع، تأمین مالی می شد چه صنایع قصد داشتند مرزهای دانش را تا بدانجا برند که در آن درک عمیقتری از کاربرد ویژه را می طلبید. البته این عالی است اما به شرط آنکه سرمایه گذاری کافی برای سایر پژوهشهای آزاد فراهم باشد و باید گفت که پیشرفت غیر منتظره دانش در آینده احتمالاً از دل همین پژوهشها سر بر خواهد آورد.

در کانادا در دهه 1960، تغییر در ساختار علم صورت گرفت و وزیری در مرکز دولت با اختیاراتی گسترده برای

هماهنگی فعالیتهای علمی در سرتاسر طیف علایق و منافع دولتی گمارده شد. به هنگام اعلام این انتصاب جدید، در بیانیه ای رسمی اعلام شد که «دانش قدرت است، علم قدرت است». به زودی آشکار شد که وزیر جدید در واقع یا قدرت اندکی دارد، یا اصلاً قدرتی ندارد. ساختار موجود قدرت به سرعت به این نکته توجه نشان داد. در واقع، قدرت سیاسی و اداری و اجرایی توانست قدرت علم را به دیده تحقیر بنگرد.

آنچه در ابتدا گفتیم تکرار می کنیم؛ جهان و جوامع ما بر مبنای تکنولوژیهای بسیار موفقی شکل گرفته که بر کشفیات علمی استوار است و با آن نیز حفظ می شود. پس علم قدرتی است که می تواند جهان را به جهانی خوب یا بد بدل کند.

اما در عین حال می توان علم را به جای آنکه عاملی برای این تغییرها دانست، آن در دست مردان و زنانی دید که قادر به تصرف و بهره برداری از آن اند. پس پژوهش علمی عامل تولید کننده قدرت است که کسانی را که از پیش قدرت را در دست دارند همچنان قدرتمندتر می سازد.

یادداشتها

- 1- Technological Gap
- 2- Automation and Robotization
- 3- Glass Fibre
- 4- Operational Research (انگلیسی)
- 5- کتاب سی پی. اسنو به نام «دو فرهنگ» در لندن چاپ شده است.
- 6- Advisory Council on Scientific Policy
- 7- Pugwash Movement