

# علم و تکنولوژی در سال ۲۰۳۰

## علم و تکنولوژی دنیای آینده را شکل می‌دهند

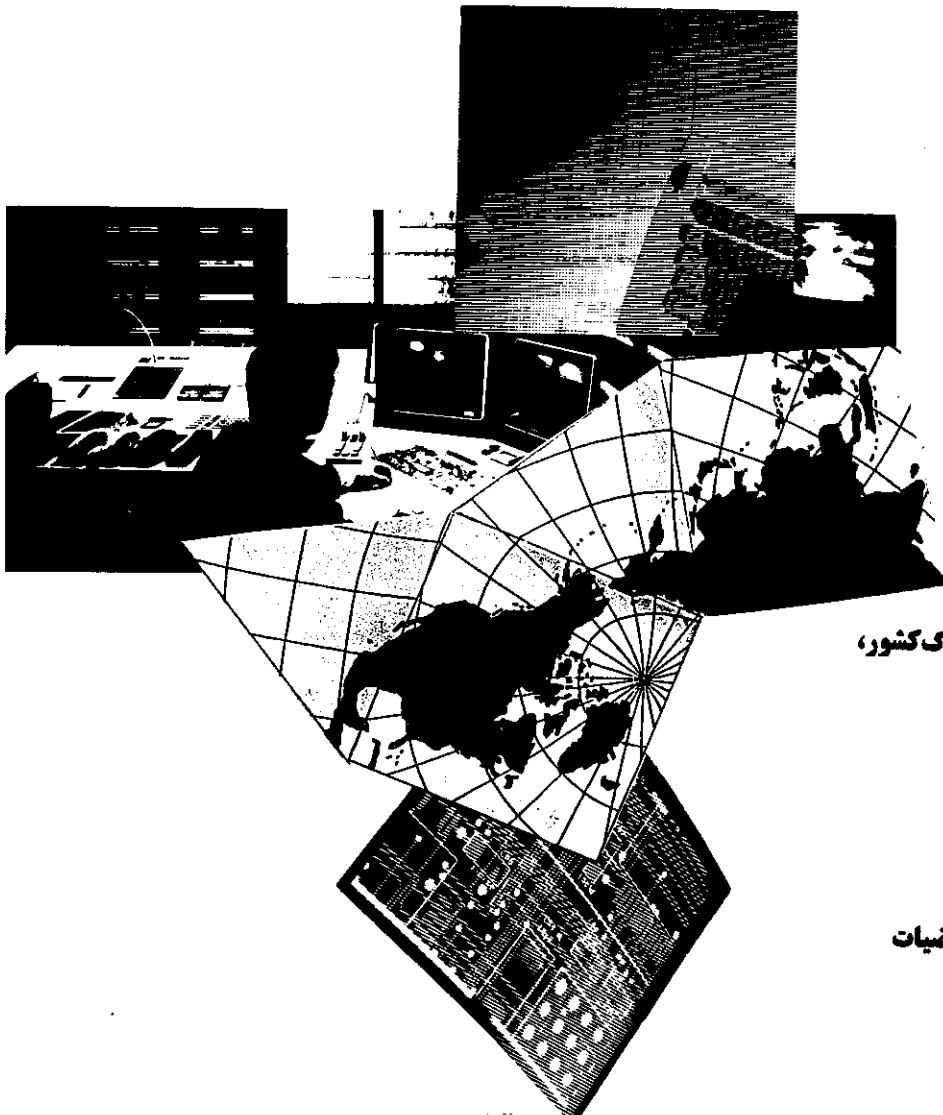
فرانک اچ. تی. رودز  
مترجم: محمد تقی زاده مطلق

□ مقاله‌ای که از نظر تان می‌گذرد متن تنظیم شده سخنرانی یکی از صاحب‌نظران برجسته امریکایی در بنیاد ملی علم است و طی آن اهمیت سیاست‌گذاری علمی در استمرار بخشیدن به جایگاه امریکا در توازن قدرت جهانی مورد بحث قرار گرفته است.

چهارم

۵۰

شماره هفتم - پاییز و زمستان ۱۳۳۳



■ ما باید سلامت دانشگاه‌های تحقیقاتی بزرگ کشور،  
بوئزه دانشگاه‌های تحقیقاتی مستقل را که،  
گاه به دلیل ساختارشان،  
تا همین اواخر وضعیت مستقلی نداشتند،  
حفظ کنیم.

■ دانشجویان امریکایی هنوز از نظر  
ارزیابی‌های بین‌المللی در زمینه علوم و ریاضیات  
در رتبه‌های آخر قرار دارند.

بنیاد ملی علم (National Science Foundation - NSF) طی جشن سال گذشته به مناسبت چهلمین سالگرد تأسیس خود، سمپوزیومی برای تجلیل از دستاوردهایش، بررسی وضعیت بنیاد و نیز تمامی علم و تکنولوژی آمریکا در ۴۰ سال آینده برپا کرد. دستاوردهای بنیاد ملی علم عظیم‌اند: از جمله، این بنیاد نقش مهمی در پیدایش و پرورش نسل‌های پیاپی دانشمندان و مهندسان و حمایت از تحقیقات پیشگامانه در چندین حوزه مختلف از جمله موضوعهایی نظیر ابرسانی در دمای بالا (که بنیاد ابتکارات زیادی در این زمینه به خرج داد) و نظارت بر جنب و جوش نهادهای علمی و مهندسی کشور داشته است. پیش‌بینی آینده بنیاد ملی علم دشوارتر است. اما با توجه به شتاب دگرگونیها در جهان (دگرگونیهای فنی، سیاسی و اجتماعی)، یک مطلب را می‌توان بااطمینان کامل بیان کرد و آن اینکه آینده بسیار با حال متفاوت خواهد بود. وظیفه من در آن سمپوزیوم، که در ۱۱ مه ۱۹۹۰ در واشینگتن برگزار شد، بررسی تحولات اجتماعی ۴۰ سال آینده و پیش‌بینی آنها بود. این مقاله به‌طور عمده بر آن سخنرانی استوار شده است. اما همچنین برای انعکاس برخی از رویدادهایی که از آن زمان به‌بعد به‌وقوع پیوسته‌اند (نظیر اقداماتی که به‌وسیله کنگره صدویکم انجام گرفت) بهنگام شده است.

می‌توان دست‌کم دو سناریو (یکی خوشبینانه، دیگری بدبینانه) برای آینده تهیه کرد:

□ جمعیت، ما یا خواهیم توانست جمعیت دنیا را در سطحی که به مردم امکان دهد استانداردهای زندگی خود را بهتر کنند، تثبیت کنیم یا جمعیت دنیا از مرز ظرفیت قابل قبول زمین فراتر رفته و پیامدهای ویرانگری برای همه خواهد داشت.

□ بیماریها، یا پیشرفتهای قابل توجهی در درمان بیماریهای ویروسی، ژنتیکی و مزمن به‌دست خواهد آمد که با پیشرفتهای عظیم ۴۰ سال پیش در زمینه درمان بیماریهای عفونی قابل مقایسه است یا ما با شکلهای جدیدی از بیماریهای عالمگیری نظیر ایدز و غیره روبه رو خواهیم شد.

□ آموزش، یا ما به این هدف خواهیم رسید که در پایان قرن مقام‌اول را از نظر دستاوردهای علمی و ریاضی احراز کنیم، یا تقریباً از همه جامعه بین‌المللی عقب خواهیم ماند که در این حالت رقابت با دستاوردهای جوامع بسیار آموزش دیده‌تر و از لحاظ فنی ماهرتر برای جامعه ما بسیار دشوار خواهد بود.

□ محیط‌زیست، یا ما خواهیم آموخت که امانتدار خوبی باشیم و اثرات تغییرات محیط‌زیست را کاهش دهیم، یا زیان تنوعات زیست‌شناسی، گرم‌شدن عمومی کره‌زمین و انباشت فزاینده آلاینده‌های سمی در زمین را متحمل خواهیم شد.

□ محیط‌زیست شهری، ما یا شاهد تولد مجدد شهرها به عنوان مراکز تجارت و زندگی اجتماعی خواهیم بود یا با اضمحلال نواحی شهری همزمان با افزایش فوق‌العاده بیکاری، وابستگی فزاینده به برنامه‌های کمک به مستمندان و مشکلات اجتماعی پایدار نظیر مواد مخدر و الکل و جنایت از هر نوع، روبه‌رو خواهیم شد.

□ روابط بین‌المللی، یا پیشرفت مداومی به‌سمت آزادی فردی و اقتصادی بیشتر و جامعه جهانی واقعی خواهیم داشت، یا با روندی واپسگرا به سوی ناسیونالیسم، فرقه‌گرایی و سرکوب

متمایل خواهیم شد. بنیاد ملی علم و نهادهای علمی و تکنولوژیکی که این بنیاد به رشد و تقویت آنها همت می‌گمارد، در اینکه کدام یک از این دو سناریو به‌وقوع پیوندد، نقش کمی ندارند. به‌نوبه خود سلامت بنیاد ملی علم و علم و تکنولوژی به‌طور کلی، به‌میزان پیشرفت یا عدم آن در حل مسائل پیشگفته وابسته است.

با این وصف بنیاد فوق در سالهای آتی چگونه باید منابع و بودجه‌های خود را تخصیص داده و برنامه‌های تحقیقاتی خود را ترتیب دهد؟ من درک می‌کنم که بسیاری «مدیریت پژوهش» را نقیض‌گویی و تناقضی در بطن می‌پندارند، چیزی نظیر «خدمات پستی». آیا می‌توان از مدیریت یک کنسرت پیانو به‌وسیله موتسارت یا یک نقاشی امپرسیونیستی به‌وسیله مونه یا یک شعر غم‌انگیز به‌وسیله میلتون سخن گفت؟ یک کشف پایه‌ای علمی همان‌قدر شاهکار خلاقیت - غیرقابل پیش‌بینی و غیرقابل مدیریت - است که کارهای این هنرمندان بزرگ. باوجود این چهار پرسش اصلی وجود دارد که هر کدام دربرگیرنده مسائل مدیریت و پاسخگویی به آنهاست که عمیقاً بر شکل بنیاد ملی علم، علم و مهندسی و زندگی ملی و بین‌المللی ۴۰ سال آینده تأثیر خواهد گذارد.

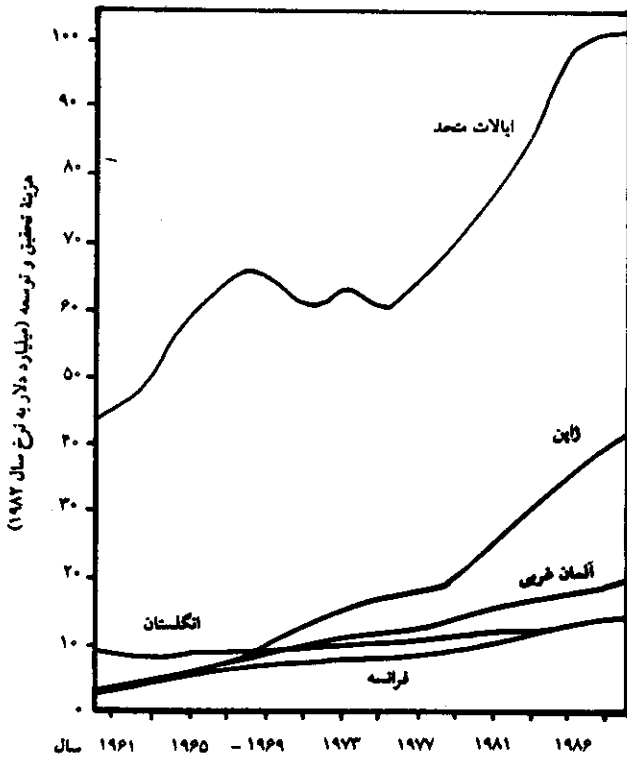
## آیا می‌توانیم قدرت علمی و تکنولوژیکی ملی خود را حفظ کنیم؟

اینجا مسئله پول در میان است - نه فقط کل مبالغ هزینه شده، بلکه میزان هزینه‌ها بر حسب درصدی از GNP و توزیع آنها میان تحقیق و توسعه غیرنظامی و نظامی نیز مطرح است. چگونگی پاسخ ما به این پرسش موضوع اصلی توانایی رقابت اقتصاد ما در سطح جهان، رفاه فردی ما و در واقع امنیت ملی ما را تشکیل می‌دهد.

خوب است بدانید که ایالات‌متحد در زمینه تحقیق و توسعه (R&D) بیش از مجموع چهار کشور دیگر (ژاپن، آلمان غربی، فرانسه و انگلستان) پول صرف می‌کند (به نمودار ۱ توجه کنید). موقعیت ایالات‌متحد نسبت نمودار به‌دیگران طی دهه گذشته تقریباً ثابت باقی مانده، هرچند سهم آن از کل بودجه R&D در میان پنج کشور مورد بحث از ۱۹۶۶ تا به‌حال ۱۴ درصد کاهش یافته است. گذشته از این پشتیبانی دولت فدرال آمریکا از تحقیقات پایه و تمامی فعالیتهای تحقیق و توسعه دانشگاهی، هرچند به‌میزانی کمتر از گذشته، همچنان رشد داشته است و این در حالی است که نرخ افزایش R&D در زمینه‌های دفاعی (که در گذشته بودجه‌های تحقیقاتی بسیار را می‌بلعید) کاهش پذیرفته است.

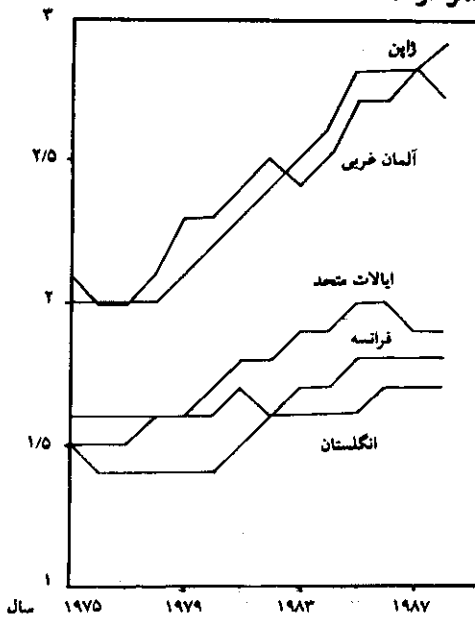
اما این ارقام تقریباً خوشحال‌کننده، روندهای اضطراب‌آور را پنهان می‌سازند: برای مدت دو دهه ژاپن و آلمان نسبت به آمریکا درصد بیشتری از GNP خود را صرف R&D صلحجویانه کرده‌اند و از سال ۱۹۸۱ نرخ سرمایه‌گذاری آنها در R&D صلحجویانه بر حسب درصد GNP سریعتر از نرخ سرمایه‌گذاری آمریکا افزایش یافته است. بویژه باید از کاهش نرخ رشد سرمایه‌گذاری شرکتها در R&D سخن به میان آوریم که نگران‌کننده است و این در حالی است که موقعیت آمریکا

## نمودار ۱.



بودجه تمامی عملیات تحقیق و توسعه در محدوده کشورهای صنعتی غیر کمونیست به قیمت ثابت دلار در سال ۱۹۸۲، میان سالهای ۱۹۶۱ و ۱۹۸۸ آمریکا را بالاتر از همه با یک حاشیه تفاوت وسیع نشان می‌دهد. این حاشیه در دهه ۱۹۸۰ باریکتر شده است.  
منابع: بنیاد ملی علم NSF، OECD

## نمودار ۲.



درصدی از تولید ناخالص داخلی ژاپن و آلمان غربی نسبت به آمریکا درصد تولید ناخالص داخلی بسیار بیشتری را به تحقیق و توسعه غیر نظامی اختصاص می‌دهند.

به عنوان بزرگترین تأمین‌کننده کالاهای بهره‌مند از تکنولوژی بالا، در خوشبینانه‌ترین حالت، نامطمئن و متزلزل است. هر چند نرخ رشد ثبت اختراع توسط مخترعان آمریکایی از گذشته بیشتر است، اما نرخ رشد همین امر توسط خارجیها در آمریکا به نسبت قابل توجهی بیشتر بوده است.

ما به عنوان یک ملت برای حفظ قدرت خویش در آینده چکار باید بکنیم؟ آنچه از نیروی حیاتی علم و تکنولوژی آمریکا در ۴۰ سال آینده حراست خواهد کرد چیست؟

نخست آمریکا باید بودجه لازم برای R&D بویژه نوع صلحجویانه آن را در سطحی که دست‌کم با رقبای بین‌المللی قابل مقایسه باشد حفظ کند. می‌گویند که پول محرک یک فکر نبوده است، بلکه این فکر است که پول را همراه می‌آورد. این اصل بدیهی قدیمی به‌طور کلی همچنان صحت خود را حفظ کرده است، هر چند امروز چه در حکومت، چه در بنگاهها، پول کافی برای تحقق همه اندیشه‌های موجود وجود ندارد. در واقع تا زمانی که بودجه هزینه شده ما دست‌کم با بودجه مصرفی رقبایمان قابل مقایسه نباشد، نخواهیم توانست با سرعت و با میزانی قابل مقایسه با آنها اندیشه‌ها را به محصولات و فرایندهای بازارپسند تبدیل کنیم.

دوم، ما باید صنعت را که تقریباً هفتادوپنج درصد در کل کارهای تحقیق و توسعه (حدود ۹۵ میلیارد دلار در ۱۹۸۹) را انجام می‌دهد (در مقایسه با تقریباً ۱۰ درصد برای دانشگاهها، ۱۰ درصد برای آزمایشگاههای فدرال، ۵ درصد برای ارگانهای دیگر) تشویق کنیم که به ایفای نقش و تعهدات خویش ادامه‌دهد. ما بویژه باید راههایی برای تشویق شرکتهای کوچک به سرمایه‌گذاری در R&D پیدا کنیم. از جمله ابتکارانی که شایسته حمایت‌اند باید از گسترش معافیت‌های مالیاتی R&D، تصحیح قوانین دست‌وپاگیری که گاه بر سر راه تلاشهای تحقیق و توسعه مشترک قرار می‌گیرند، و تشویق کنسرسیومهای صنعتی به تبادل اطلاعات و تقسیم هزینه‌ها در زمینه‌های ویژه‌ای که به تحقیقات به اصطلاح عام و پیش‌تجاری می‌پردازد، نام برد.

با وجود این حتی این نوع تشویقها نیز ممکن است برای بسیاری از شرکتهای متوسط و کوچک که بودجه تحقیقات آنها معمولاً در بهترین حالت ناچیز است، ناکافی باشد. برای کمک به این شرکتهای که با مشکلات مربوط به تولید و بهره‌وری دست به گریبان‌اند باید برنامه‌ای برای توسعه صنعتی با اتکا به دانشگاهها، مشابه برنامه توسعه کشاورزی (که کشاورزی آمریکا را بر مبنای علمی درستی قرارداد) تدوین کنیم.

سوم، ما باید سلامت دانشگاههای تحقیقاتی بزرگ کشور، بویژه دانشگاههای تحقیقاتی مستقل را که، گاه به دلیل ساختارشان، تا همین اواخر وضعیت مستقلی نداشتند، حفظ کنیم. علیرغم رشد مداوم تحقیق و توسعه دانشگاهی که به وسیله کمکهای فدرال، شرکتهای و نهادها تقویت می‌شود، مسائل نگران‌کننده اندک نیستند.

برای مثال، هر چند سرمایه‌گذارهای اخیر در تسهیلات و تجهیزات دانشگاهی امر مثبتی است، اما بسیار ناکافی است. شاخصهای علم و مهندسی ۱۹۸۹ کتاب دوسالانه‌ای که به وسیله «هیئت ملی علم» (National Science Board) انتشار می‌یابد خاطر نشان می‌کند که دانشگاهها در ازای هر یک دلار هزینه

این کار توانایی ما را برای واکنش نشان دادن در مقابل تغییرات کاهش می‌دهد. آنها خاطر نشان می‌کنند که سیستم کنونی ما مشابه یک مجموعه از اوراق بهادار مختلف است که در این مجموعه، ریسکها هم از نظر منابع تأمین بودجه و هم از نظر هزینه‌ها به گستردگی وجود دارد. می‌توان انتظار داشت که سیستم موجود ما در کنار ناکامیهای اجتناب‌ناپذیر به موفقیت‌های مناسبی نیز دست یابد.

قطعاً مطالب بسیاری در مورد منابع متعدد تأمین بودجه می‌توان مطرح کرد. یک سیاست ملی در مورد علم، که متضمن پذیرش هزینه‌هایی است، اگر به‌دقت متمرکز شود ممکن است مسئله تأمین بودجه و هزینه را به فرجام خوبی برساند، اما دیگر موضوعاتی را که در اولویت پایینی قرار داده است از قلم خواهد انداخت. دستاوردهای ابررسانایی در دمای بالا، که زمانی کم اهمیت تلقی می‌شد و پیشرفتهای اخیر در این عرصه در صورتی که تنها برخی موضوعات مربوط به علوم پایه مورد حمایت مسئولان برنامه‌های فدرال و مدیران تحقیقات شرکتها قرار می‌گرفت، هرگز تحقق نمی‌یافت.

با وجود این علم و تکنولوژی آنگذر پر هزینه شده‌اند که باید سیستم کارآمدتری برای تعیین اولویتها برقرار شود. ما در دوران محدودیت بودجه‌ها به مبنایی عقلایی و منطقی برای انتخاب حوزه‌های سرمایه‌گذاری نیاز داریم. اما حتی در دوره‌های وفور امکانات نیز ما باید از خود بپرسیم چه مقدار از سرمایه‌گذاری را باید به سمت تحقیقات پایه و چه میزان را به سمت تحقیقات کاربردی هدایت کنیم. چه مقدار از بودجه دولت باید صرف

### ■ «علم با تأمین رفاه کشور، در شرایط آرام و صلح آمیز یا شرایط جنگی، تنها همچون عضو یک تیم عمل می‌کند.

**اما بدون پیشرفت علمی هیچ‌گونه دستاوردی در عرصه‌های دیگر نمی‌تواند سلامت و بهداشت، رفاه و امنیت ما را به عنوان یک ملت در جهان مدرن تأمین کند.**

تحقیق و توسعه عمرانی شود و چه نسبتی از آن صرف برنامه‌های نظامی؟ چقدر از آن باید صرف تحقیقات در رشته‌های گوناگون شود و چقدر به مصرف مطالعات میان رشته‌ای برسد، بویژه در دورانی که برای حل بسیار از معضلات مبتلابه جهانی، گذشته از تجزیه تحلیلهای سنتی، به تحقیقاتی که به ترکیبها و سنتزها می‌پردازد نیز نیاز داریم. چه میزان از بودجه را باید بر اساس شایستگی تخصیص داد و چه میزان را بر اساس معیارهای دیگری نظیر نیاز به احداث نهادهای نیرومند در برخی مناطق یا برای برخی گروهها؟ در سالهای اخیر بر تخصیص بودجه بر اساس معیارهای دیگری غیر از شایستگی علمی، تأکید بیشتر و به‌عقیده من، تأکید نادرستی صورت گرفته است.

ما باید به پرسشهای فوریت‌تری که پیامدهای مهمی برای آینده دربردارند، پاسخ دهیم. چه میزان باید صرف تأمین بودجه پروژه‌های چند میلیارد دلاری نظیر «ابرسانایی فوق برخوردار» و «ایستگاه فضایی آزادی» کرد؟ اکتبر گذشته، کنگره در هر دو

ساخت تسهیلات تحقیقاتی در ۱۹۸۹، ۲/۵ دلار هزینه‌های معوقه دارند و در زمینه نوسازی نیز به‌ازای هر یک دلار، ۳/۶ دلار هزینه‌های معوقه موجود است. این موضوع در عصری که کیفیت و پیچیدگی تسهیلات و تجهیزات تأثیر قابل توجهی بر نتایج تحقیقات باقی می‌گذارد، مشکل مهمی به‌شمار می‌آید.

دستیابی به تسهیلات و تجهیزات برخوردار از تکنولوژی پیشرفته دلیل عمده افزایش شدید هزینه‌های غیرمستقیم بسیاری از نهادهای خصوصی در سالهای اخیر است و این موضوع عامل بسیار مهمتری از هزینه‌های صرف شده برای مسکن رؤسای دانشگاههاست که در ماههای اخیر توجه گسترده‌ای را برانگیخته است. در حالی که برخی از نهادها ممکن است در زمینه قراردادادن برخی اقلام در سبب هزینه‌های غیرمستقیم خود اشتباه کرده باشند، بسیاری از آنها خود را با شکست قطعی روبه‌رو می‌بینند: اگر آنها از حق خود برای جبران هزینه‌های کامل تحقیقات، از جمله هزینه احداث ساختمانها و تجهیزات جدید استفاده کنند، ممکن است طرحهای تحقیقاتی را که به‌وسیله اعضای دانشکده‌هایشان ارائه می‌شود در قیاس با پیشنهادهای نهادهایی که نرخ هزینه‌های غیرمستقیم کمتری دارند، غیرقابل رقابت سازند.

نرخ بالای هزینه‌های غیرمستقیم در حال به‌وجود آوردن لطمات خود است. زمانی که به‌فهرست ده دانشگاه تحقیقاتی عمده که بر حسب کل هزینه‌های تحقیقاتی رده‌بندی شده‌اند، نگاه کنیم، تنها سه دانشگاه (استانفورد اول، کرنل دوم و ام آی تی چهارم) را خصوصاً می‌یابیم. از آن بیم دارم تا زمانی که ما بر مشکلات هزینه‌های غیرمستقیم تحقیقات دانشگاهی و نیاز به مدرنیزه کردن تسهیلاتی که تحقیقات به آنها وابسته‌اند فائق آییم، عملاً در جمع ۲۰ دانشگاهی که در سال ۲۰۳۰ بر حسب کارهای تحقیقاتی درجه‌بندی شده‌اند، هیچ دانشگاه خصوصی مشاهده نکنیم. اگر چنین شود، لطماتی که از این رهگذر بر منافع کشور وارد می‌شود غیرقابل محاسبه خواهد بود، نه فقط بر حسب دستاوردهای تحقیقاتی، بلکه همچنین از نظر نیروی کار آینده و فرهنگ دمکراتیک کشور. زیرا این دانشگاههای تحقیقاتی خصوصی هستند که: به‌طور سنتی به دانشجویان با استعداد توجه ویژه‌ای نشان داده‌اند، بیش از همه مدافع علوم انسانی بوده‌اند و در مقابل نوآوری و آزمایشگری با گشادگی خاصی برخورد کرده‌اند و به‌طور ویژه توجه خود را بر گسترش جمع محققان، دانشمندان و متخصصانی که از دانش و توانایی بالا برخوردارند، متمرکز ساخته‌اند. عجیب نیست که دانشگاههای تحقیقاتی خصوصی در دفاع از استقلال نهادهای آموزشی و آزادی دانشگاهی در مقابل همه تهاجمات در صف اول ایستاده‌اند. اگر قرار باشد که دانشگاههای تحقیقاتی خصوصی در ۴۰ سال آینده نیز به حیات خود ادامه دهند، ما باید این مشکلات را نه فقط در رابطه با دولت فدرال، بلکه همچنین در رابطه با شرکتهای حامی و اعضای دانشکده‌های خود حل کنیم.

### آیا می‌توان و باید یک سیاست ملی برای علم و تکنولوژی تدوین کرد؟

آنهايي که مخالف تدوین یک سیاست ملی هستند معتقدند که

مورد تصمیم گرفت که پیشرفت آنها در ۱۹۹۱ از آن مقدار که حامیانشان مایل اند، کندتر باشد. مسائل مربوط به این‌گونه پروژه‌های عظیم ظاهراً، مسائل نامربوط تأثیر آنها بر تأمین بودجه محققان منفرد، یا به اصطلاح دانشمندان پشت میز نشین را مطرح می‌کند. این مسئله در آینده حادثر خواهد شد. به همین دلیل لازم است بدان توجه کنیم.

همچنین مسائلی دربارهٔ ابتکارات آموزشی نظیر حمایت از دانشجویان فوق‌لیسانس یا لیسانس و بهبود دروسهای علوم و ریاضی در مدارس مطرح است. مواردی در رابطه با سیاستهای مربوط به همکاریهای بین‌المللی در علم و تکنولوژی نیز مطرح شده است. منطقاً می‌توان پیش‌بینی کرد ما به تنهایی به چه چیز دست خواهیم یافت و در همکاری با دیگر کشورها به چه چیز خواهیم رسید؟

سیستم فعلی ما مسئولیتهای مربوط به علم و تکنولوژی را میان مؤسسات بیشمار فدرال که هر یک از اولویتهای خاص خود در تدوین بودجهٔ اجرایی استفاده می‌کنند، تقسیم می‌کند. همچنین یک فزاینده قانونی دست‌وپاگیر وجود دارد که شامل حدود ۱۰۰ کمیته و کمیتهٔ فرعی کنگره است. این کمیته‌ها و کمیته‌های فرعی مسئولیت تدوین سیاستهای مربوط به علم و تکنولوژی را بر عهده دارند. بعلاوه چندین گروه ویژه و علاقه‌مند مشغول کارند و کار پایهٔ خاص خود را به پیش می‌برند. در نتیجه، تقریباً غیرممکن است که منظره‌ای جامع از نقش دولت فدرال در علم و تکنولوژی ترسیم کنیم.

د. آلان برامسلی (D. Allan Bromley) معاونت علم و تکنولوژی که بسیاری از ما برای بالا بردن میزان منطق و انسجام این روند از انتصاب او حمایت کردیم، پیشرفتهای قابل توجهی در این عرصه‌ها به دست آورده است. برای مثال او «شورای هماهنگی فدرال برای علم، مهندسی و تکنولوژی» (Federal Coordinating Council for Science, Engineering and Technology) را احیا کرده و توجه به مسائل علمی میان رشته‌ای را که مستلزم همکاری چندین مؤسسه گوناگون است افزایش داده است. برای مثال میزگردی به نام فیکسیت (FCCSET) دربارهٔ دگرگونی در اقلیم جهانی برپا شد که موجبات افزایش ۵۷ درصدی در بودجهٔ فدرال در مورد مطالعات اقلیمی فراهم کرد. بودجهٔ مطالعات اقلیمی را در بودجهٔ فدرال خواهم آورد.

برامسلی همچنین شش اولویت برای فعالیتهای آتی دفتر خویش در کاخ سفید تحت عنوان «دفتر سیاست علم و تکنولوژی» (White House office of Science and Technology Policy) تعیین کرد که عبارت‌اند از: (۱) علم، تکنولوژی و اقتصاد، (۲) دگرگونی در اقلیم جهان، (۳) کامپیوترهای پیشرفته، (۴) آموزش علم و ریاضی، (۵) علم و تکنولوژی مواد، (۶) بیوتکنولوژی. این اولویتهای به عنوان مطالعات میان رشته‌ای سیاستهای مربوط به علم و تکنولوژی شروع مفیدی به حساب می‌آیند.

یکی دیگر از موضوعاتی که نگرانی واقعی را برانگیخته بود، میزان حمایت از مطالعات علمی کوچک و تحقیقات منفرد بویژه در ارتباط با تعداد و ابعاد پیشنهادها و تحقیقاتی بود که حمایت می‌طلبیدند. برامسلی از حامیان پرشور تحقیقات منفرد بود. با وجود این تعداد پیشنهادهایی که در سال جاری کمک به

آنها مورد تصویب قرار گرفته و به وسیلهٔ «انستیتوهای ملی بهداشت» و بنیاد ملی علم تأمین بودجه می‌شوند، کمتر از ۳۰ درصد کل پیشنهادهاست، که از همیشه کمتر است.

کنگرهٔ صدویکم در واکنش نسبت به این وضع NIH را موظف ساخت که با استفاده از بودجهٔ ۸/۳ میلیارد دلاری خود ۶۰۰۰ پروژه از این نوع را تأمین مالی کند با این هدف که ظرف چهار سال این رقم به ۲۴۰۰۰ پروژه با میانگین دورهٔ ۴ سال برسد. بسیاری از محققان نگران هستند که NIH با توجه به محدودیت بودجه‌اش برای اجرای حکم کنگره مجبور شود که پروژه‌های کم هزینه‌تر را زیر حمایت خود بگیرد و در نهادهایی که نرخ هزینهٔ عمومی پایین‌تری دارند سرمایه‌گذاری کند.

بودجهٔ سال ۱۹۹۱ بنیاد ملی علم، که با تلاش و کوشش فراوان در آخرین روزهای صدویکمین اجلاس کنگره به تصویب رسید، ۱/۷ میلیارد دلار برای تحقیقات در اختیار این مؤسسه قرار می‌دهد که ۶/۳ درصد بیشتر از ۱۹۹۰ است. پیش‌بینی می‌شود که بودجهٔ سالانهٔ تخصیص یافته به بنیاد ملی علم به عوض سال مالی ۱۹۹۲ (که در گذشته پیش‌بینی می‌شد) در سال مالی ۱۹۹۴ دوبرابر شده و به ۳/۲ میلیارد دلار بالغ شود. اما طبق مطالعاتی که جامعهٔ دانشگاههای آمریکا به عمل آورد اگر کمک به محققان منفرد به میزان سه سال گذشته افزایش یابد، هدف دوبرابر کردن کمک به آنها تا سال ۲۰۲۰ تحقق نخواهد یافت.

آنهايي که از وضع بد محققان منفرد می‌نالند اغلب نقش مراکز را در تأمین بودجهٔ آنها نادیده می‌گیرند. هدف از ایجاد مراکز بحث‌انگیز بنیاد ملی علم در زمینهٔ مهندسی، کامپیوترهای



## ■ مسئله سائهای آتی این است که میان این دو جهان، جهان احساس و جهان علم، به شیوه‌ای پل بزنیم که به حل مشکلات پیچیده اجتماعی موجود نایل شویم.

رشته‌های علوم و مهندسی (عرصه‌هایی که امروز از نظر ایجاد شغل از سریعترین رشد برخوردارند) خارج می‌شوند به همان اندازه نگران‌کننده است. تعداد افرادی که مدارس متوسطه را آغاز کرده و دبیرستان و دانشگاه را نیز در زمینه علوم و ریاضیات پشت سر می‌گذارند، دائماً کمتر می‌شود. از ۳۴۰،۰۰۰ نفری که در ۱۹۸۰ در زمینه علوم طبیعی، مهندسی وارد کالج شدند، تنها ۲۰۶،۰۰۰ نفر (۶۱ درصد) در چهار سال بعد فارغ‌التحصیل گشتند. فقط ۶۱،۰۰۰ نفر (۱۸ درصد رقم اولیه) وارد دوره فوق لیسانس شدند و انتظار می‌رود تنها ۱۰،۰۰۰ نفر (۳ درصد رقم اولیه) در ۱۹۹۲ دکترای خود را در این رشته‌ها دریافت کنند. اگر روند فعلی ادامه یابد، کشور در نخستین دهه قرن بیست و یکم با کمبود ۷۰۰،۰۰۰ نیروی آموزش دیده فنی، از جمله ۴۰۰،۰۰۰ لیسانس علوم و مهندسی روبه‌رو خواهد شد. کمبود دکترا سالانه به ۹۶۰۰ تن خواهد رسید.

کمبودهایی به این میزان، فلج‌کننده خواهد بود. حتی اگر ما بتوانیم خلاقانه‌ترین تحقیقات را در زمینه علم و مهندسی انجام دهیم، ممکن است افراد ماهر و فنی کافی برای به‌کرسی عمل نشانیدن روزمره این نتایج نداشته باشیم.

نظریات بالارزش بسیاری برای بهبود آموزش علوم و ریاضیات پیشنهاد شده‌اند. این نظریات از جمله شامل اصلاح برنامه‌های درسی از کودکستان تا کلاس آخر دبیرستان، تأکید بر مفاهیم نظری تا حقایق عملی، جایگزین کردن یادگیری خلاق به‌جای یادسپاری و همچنین ارائه آموزشهایی مشابه آموزشهای علوم و ریاضیات است. این پیشنهادها و نظریات شامل تأسیس دبیرستانهای تخصصی‌تر، نظیر مدرسه علوم و ریاضیات کارولینای شمالی و دبیرستان علوم برونکس (Bronx) به‌منظور ایجاد فرصتهای لازم برای دانش‌آموزان مستعد و علاقه‌مند به علوم و ریاضیات می‌شود. این پیشنهادها از جمله مسائل برنامه‌های پرپارسازی برای جوانان اقلیتهاست تا به‌حضور در کالج و انتخاب حرفه‌های مربوط به علوم و مهندسی تشویق شوند. این کاری است که بنیاد جنرال الکتریک در دبیرستان آیکن (Aiken) در سینیسنتاتی و در چندین نقطه دیگر که جنرال الکتریک در آنها کارخانه یا دفتر دارد، انجام داده است.

در این زمینه کالجها و دانشگاهها می‌توانند نقش مهمی ایفا کنند. آنها باید نخست دانشجویان لیسانس را ملزم سازند که درسهایی را در زمینه علوم و ریاضیات یا «استدلال کمی» بگذرانند. این موضوعها نه تنها برای طیف گسترده‌ای از حرفه‌ها، بلکه برای احراز شایسته موقعیت یک شهروند فعال و مؤثر در جامعه‌ای که به‌طور دم‌افزون ویژگی تکنولوژیک می‌یابد، اهمیت دارد. مسائل مربوط به سیاست عمومی، از مدیریت زیاله‌های جامد و توسعه انرژی اتمی گرفته تا سیاستهای مربوط به تجارت بین‌المللی، همگی حاری نکات فنی هستند که ارزیابی ذهنی آنها تنها به‌وسیله شهروندی که در زمینه علوم و ریاضیات از آموزش کافی برخوردار است و با تفکر کمی آشناست، میسر می‌شود. دانشمندان و مهندسان باید

پیشرفته و علم و تکنولوژی، آن بود که همکاری میان دانشگاهها و صنایع را افزایش داده و تحقیق در عرصه‌هایی را که از آنها انتظار دستیابی به نتایج بالارزش برای علم، تکنولوژی، آموزش و نهایتاً بالا بردن رقابت‌پذیری اقتصاد کشور در بازار جهانی می‌رود، تشویق کنند. نمی‌توان صرفاً با گله‌گذاری و شکوه در مورد موضوع «مراکز» وضع بودجه محققان منفرد را بهتر کرد.

ما باید راهنمای دیگری نیز برای حمایت از محققان منفرد پیدا کنیم. این موضوع از جهات بسیار، جدی‌ترین مشکل مالی است که نهاد علم و تکنولوژی کشور با آن روبه‌روست. اگر چشم‌انداز مثبتی برای دستیابی به بودجه و پول در مقابل فارغ‌التحصیلان جوان علوم قرار ندهیم، تشویق آنها به ورود در تحقیقات بی‌معنا خواهد بود.

منازعه مداوم میان رشته‌های مختلف و در داخل هر یک از آنها، نخواهد توانست حمایت دیرپایی برای علم و تکنولوژی دست‌وپا کند. آنچه ما بدان نیاز داریم حمایت آگاهانه و مسئولانه علمی و مکانیسمهای بیشتری است که امکانات معاون علم و تکنولوژی را تکمیل کنند. بدین طریق ما می‌توانیم توصیه‌های دقیق و بیطرفانه‌ای در مورد سیاستهای مربوط به علم و تکنولوژی و رابطه آنها با مسائل اجتماعی و رفتاری مورد علاقه عموم به دست آوریم تا بتوانیم از کمکهای مالی فدرال برخوردار شویم. در ایجاد این مکانیسمهای جدید وظایفی هم برعهده محققان منفرد و هم برعهده سازمانهای علمی و آموزشی حرفه‌ای قرار می‌گیرد. در واقع نتایج کار میزگرد ۱۵ نفره اخترشناسان که به‌وسیله شورای تحقیقات ملی منصوب شدند و تحت ریاست جان. باهکال (John N. Bahcall) از پرینستون، فهرستی از اولویتهای تحقیقات اخترشناسی آمریکا در زمین و در فضا در دهه آتی را تنظیم کردند، مدل خوبی است که باید با گستردگی بیشتر مورد استفاده قرار گیرد.

## آیا می‌توان نیروی کار ماهری را که از عهده انجام تعهدات و چالشهای سال ۲۰۳۰ برآید، تربیت کرد؟

رئیس‌جمهور آمریکا در سخنرانی سال ۱۹۹۰ خود در مورد وضعیت اتحادیه‌های کارگری اعلام کرد: «تا سال ۲۰۰۰ دانشجویان ایالات‌متحد در زمینه‌های علوم و ریاضیات مقام اول را در جهان خواهند داشت». رئیس‌جمهور با این سخن وظیفه‌ای به همان اهمیت وعده جان اف. کندی در مورد پیاده کردن انسان در ماه تا پایان دهه ۱۹۶۰ را در مقابل کشور قرار داد؛ وظیفه‌ای که انجام آن بسیار دشوارتر خواهد بود.

علیرغم تبلیغات گسترده‌ای که حدود ۸ سال با انتشار کشور در خطر است (*A Nation at Risk*) انجام گرفت، نتایج اصلاحات آموزشی نامیدکننده بوده است - دانشجویان آمریکایی هنوز از نظر ارزیابیهای بین‌المللی در زمینه علوم و ریاضیات در رتبه‌های آخر قرار دارند. تقریباً یک چهارم جوانان آمریکا (هر سال حدود یک میلیون نفر) پیش از دریافت دیپلم مدرسه را ترک می‌کنند. برعکس نسبت اتمام تحصیلات دبیرستانی در میان ژاپنها ۹۰ درصد است.

میزان افرادی که در مسیر مدرسه ابتدایی تا لیسانس از

فعالانه نیازهای آموزشی اصلی و ضروری تمامی دانشجویان دوره لیسانس را مشخص کنند و دریابند که اصلاح هدفمند آموزش دانشگاهی به دگرگونی در سبک و مواد دروس علوم و فنی در کنار دگرگونی در دیگر برنامه‌های درسی نیاز دارد.

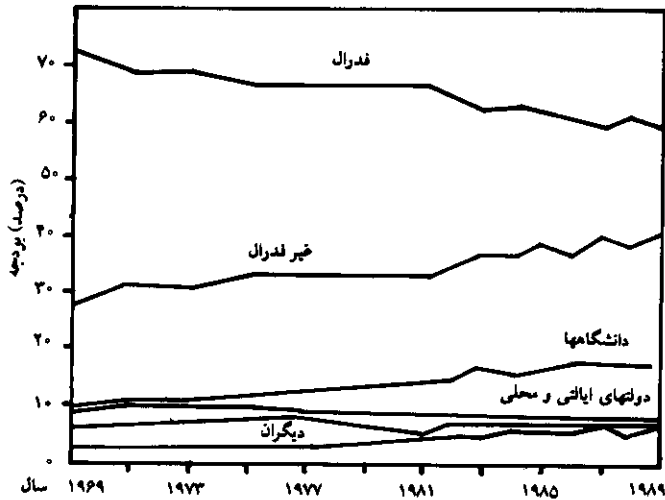
دوم، کالجها و دانشگاهها باید در این امر اصرار ورزند که معلمان آینده مدارس ابتدایی و متوسطه دروسی جدی در زمینه ریاضیات و علوم در سطح کالج بگذرانند و گذراندن این دروس برای اخذ گواهی آموزش لازم باشد. در حال حاضر کمتر از نیمی از دبیر ۲۰۰،۰۰۰ دبیر ریاضی دبیرستانها واجد استانداردهای حرفه‌ای برای آموزش در رشته خود هستند. بسیاری از دبیران علوم نیز ویژگیهای لازم را ندارند. ما دیگر نمی‌توانیم اجازه دهیم که بویژه معلمان مدارس ابتدایی از میان آن سه چهارم جمعیتی انتخاب شوند که پس از گذراندن دو یا سه درس ریاضی در دبیرستان آن را رها کرده‌اند. این معلمان اغلب این برداشت را در شاگرد به وجود می‌آورند که علوم و ریاضیات رشته‌هایی خسته‌کننده و مشکل‌اند که تنها برای جدا کردن معدودی افراد با استعداد ابداع شده‌اند. این تصورات زمانی که دانش‌آموزان به سالهای متوسطه و دبیرستان می‌رسند پیشگویی برای ارضای خود از کار درمی‌آیند.

سوم، کالجها و دانشگاهها باید در آموزش دانشجویان رشته لیسانس تجدیدنظر کرده و آموزش واحدهای مقدماتی علوم و ریاضیات را در آن بگنجانند و تشویقها و پاداشهایی برای کادر آموزشی خود که این مسئولیتها را به خوبی انجام می‌دهند، در نظر گیرند. دیرزمانی در کالجها مسئولیت پایه و مقدماتی را به دوش کادر آموزشی جزء می‌انداختند و آنها نیز در اولین فرصت این مسئولیت ناخوشایند را به دیگری «رد» می‌کردند. اکنون زمان آن فرارسیده است که منابع علمی و مالی قابل توجهی به منظور بهبود واحدهای درسی پایه و مقدماتی برای دانشجویان دوره لیسانس اختصاص دهیم.

چهارم، لازم است کالجها و دانشگاهها در همکاری با دولت فدرال، صنایع و دیگران، دانشجویان خوب را تشویق کنند تا عده بیشتری از آنها به‌اخذ درجات بالاتر در علوم، ریاضیات و مهندسی نایل شوند. در سال گذشته دانشگاهها بیش از گذشته درجات دکترا اعطا کردند، اما بیشتر این افزایش نصیب دانشجویان خارجی شده است. این وضع بویژه در رشته‌های علوم و ریاضیات صدق می‌کند. ۵۵ درصد از کسانی که در سال ۱۹۸۹ درجه دکترا مهندسی گرفتند افراد غیرامریکایی بودند، در دانشگاه خود من ۴۱ درصد از فارغ‌التحصیلان سال گذشته فوق‌لیسانس مهندسی، دانشجویان خارجی بودند و این در حالی است که رقم مورد بحث در چهار سال قبل تنها ۳۴ درصد بود (به نمودار ۳ توجه کنید).

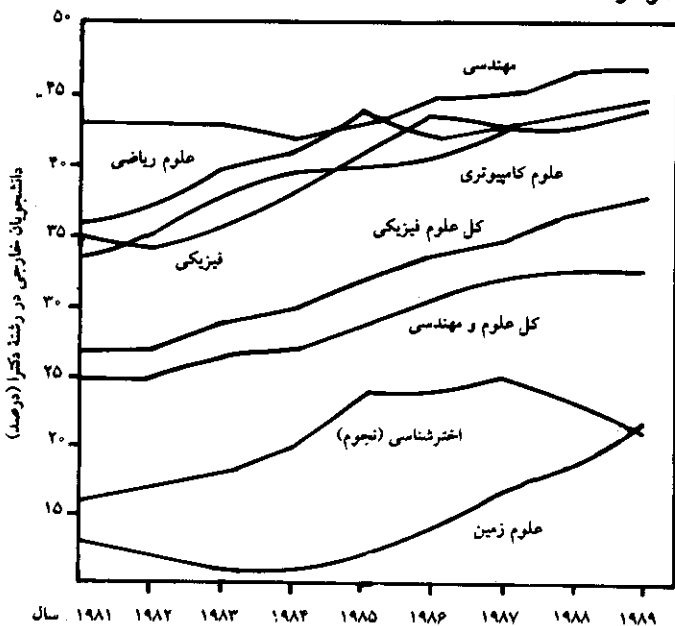
اما مشکل تنها این نیست که دانشجویان خارجی در ایالات متحد بسیار زیادند، زیرا حدود نیمی از آنها پس از اخذ درجه دکترا در آمریکا باقی می‌مانند و سهم مؤثری در پایه علوم و مهندسی کشور دارند. مسئله این است که تعداد دانشجویان امریکایی در درجات تحصیلی بالا بسیار کم است. برای مثال تنها ۳ درصد دانشجویان امریکایی که در رشته ریاضیات به اخذ لیسانس نایل شده‌اند تحصیلات خود را تا دریافت دکترا ادامه می‌دهند. بالا بردن این ارقام نتیجه‌بخش‌تر از بهبود آموزش

### نمودار ۳.



کمک دولت فدرال به تحقیق و توسعه دانشگاهی در دهه ۷۰ و ۸۰ و با جبران این تفاوت به وسیله دانشگاهها و شرکتهای صنعتی به شدت کاهش یافت.

### نمودار ۴.



دانشجویان خارجی، بخش روبه‌تزايدی از دانشجویان رشته دکترا علوم فیزیک، ریاضی، کامپیوتر و مهندسی در آمریکا را تشکیل می‌دهند.

دوره‌های لیسانس است، هر چند این یکی نیز اهمیت خود را دارد. این کار همچنین به تأمین هزینه تحصیلی مورد نیاز، برای ارتقای تحصیلات کارشناسان دستیار و نیز جایگزین کردن تسهیلات و تجهیزات قدیمی با تأسیسات و تجهیزات جدید و دارای تکنولوژی پیشرفته (که دستیابی به آنها در صنعت بسیار آسانتر از دانشگاههاست) نیاز دارد.

پنجم، ما باید با این واقعیت روبه‌رو شویم که کیفیت کار دانش‌آموزان و دانشجویان ما در علوم، مهندسی یا هر رشته دیگر هر قدر بالا باشد، دیگر در دنیای امروز واقع‌بینانه نیست که از یک مدرک تحصیلی نهایی چه دیپلم باشد، چه دکترا سخن بگوییم. در مهندسی برق نیم عمر (half-life) اطلاعات اکنون دو سال و در بسیاری از دیگر رشته‌های فنی کمتر از پنج سال است. در نتیجه لازم است برنامه‌های بهتری (برای دانشگاهها و محلهای کار) تدوین کنیم تا مهارت‌های شغلی کارگران را در دوزان کار و زندگی‌شان ارتقا بخشد و غنی کند. همچنین لازم است که شیوه‌های بهتری تدوین کنیم تا افراد بتوانند آموزش مردم را با دیگر مسئولیت‌هایشان (در کار، خانواده و جامعه) ترکیب کنند.

درست همان‌طور که به مشارکت تازه‌ای در آموزشهای پس از کارشناسی نیاز داریم، تأمین چنین مشارکتی در آموزش پیش از کارشناسی نیز ضرورت مبرم دارد. اکنون صدها تعاونی منفرد دانشگاهها و مدارس محلی وجود دارد. آنچه اکنون بدان نیاز داریم رهبری خلاق، هماهنگی و حمایت مالی درازمدت است. آموزش یک روند پیوسته است و تقسیم کردن مسئولیتها در سطوح مختلف آموزشی خدمتی به ما نمی‌کند. وظیفه آموزش یک نیروی کار با کفایت در رشته‌های علوم و فنی آن‌قدر بزرگ است که ضرورت تلاش و همکاری فزاینده نیروهای بسیار گوناگون را ایجاب می‌کند (کالجها و دانشگاهها، دولت فدرال، ایالات، صنایع، بنیادها، مدیریتهای مدارس محلی، والدین و معلمان). اما دستیابی به موفقیت تنها با ابتکارات مجزا، تئیهای حسنه و اندیشه‌های خوب عملی نمی‌شود. این کار به بسیج عمومی و درک ملی جدیدی از اولویت و مبرمیت نیاز دارد. و بدون اینکه لازم باشد کنترل محلی را (که در امر آموزش عمومی در امریکا اهمیت اساسی داشته است) کنار بگذاریم، لازم است هماهنگی و نظارت بیشتری از آنچه امروز اعمال می‌شود را میان ایالات و دولت فدرال تأمین کنیم.

## آیا نهادهای ما می‌توانند از پایه علمی خود استفاده کرده و به حل مشکلات اجتماعی «غیر علمی» کمک کنند؟

زمانی که به دورنمای ۴۰ سال آینده می‌نگریم، به وضوح درمی‌یابیم که علم و تکنولوژی هر قدر مهم باشند نمی‌توانند مشکلات مبتلا به ما را حل کنند. مشکلاتی به تنوع و گستردگی تعادل جمعیت به کنترل بیماریها و حفاظت از محیط‌زیست، نیاز علمی عمیقی دارند. آنها فقط به دانش فنی علت و معلول، کنش و واکنش، بلکه همچنین به درک و ارزیابی این مطلب نیز نیاز دارند که چگونه می‌توان این داشتن را به کارآمدترین شکل به کاربرد. آیا نهادهای ما می‌توانند در تهیه مدل‌هایی که به حل مشکلات اجتماعی غیر علمی یاری رسانند، نقش مهمی ایفا کنند؟

اگر قرار باشد از آنها کمک بگیریم ممکن است لازم باشد بنیاد ملی علم یا ارگانهای دیگر به حمایت از مطالعات در زمینه علوم اجتماعی و رفتاری اقدام کنند. من درک می‌کنم که حمایت بنیاد ملی علم از تحقیقات علوم رفتاری و اجتماعی دیر زمانی برای محققانی که در این رشته‌ها کار می‌کنند، موضوعی دلخورکننده بوده است. گزارشی که در مارس ۱۹۹۰ به‌وسیله یک کمیته مشورتی برای بخش علوم زیستی، رفتاری و اجتماعی بنیاد ملی علم تهیه شد، به کمبود شدید بودجه اشاره می‌کند، وضعی که میراث کاهش شدید بودجه‌های عمومی در سالهای اولیه حکومت ریگان بود. اما برای متحقق ساختن سناریوهای مثبتی (و نه منفیها) که در آغاز بحث خود برشمردم، ضروری است در کنار بالا بردن دانش خویش در مورد دنیای طبیعی، درک خویش را از علوم اجتماعی نیز بهتر کنیم.

اگر بنیاد ملی علم نتواند یا نخواهد حمایت کافی از علوم اجتماعی به‌عمل آورد شاید لازم باشد مسئولیت این رشته‌ها و عرصه‌ها را به ارگان دیگری منتقل سازیم.

گذشته از این به‌نظر می‌رسد که چالش ۴۰ سال آینده در مورد علم و تکنولوژی آن باشد که به ترکیب تازه‌ای دست یابیم که کاربرد نتایج کارهای تحلیلی و استنتاجی در رشته‌های متفاوت را به شیوه‌هایی جدید و مؤثرتر امکانپذیر سازد. این چالش از ادغام کارهای زیست‌شناسان با فیزیکدانها یا شیمیادانها یا مهندسان فراتر می‌رود، هر چند این نوع ادغام و یکپارچه‌سازی اهمیت دارد و هم‌اکنون نیز در مقیاس کوچکی به کار می‌رود. برای مثال در دانشگاه خود من، تام آیزنر (Tom Aisner) زیست‌شناس و جرالد ماینوالد (Jerrold Meinwald)

## ■ موفقیت ایالات متحد نسبت به دیگران طی دهه گذشته تقریباً ثابت باقی مانده، هر چند سهم آن از کل بودجه R&D در میان پنج کشور مورد بحث از ۱۹۶۶ تا به حال ۱۴ درصد کاهش یافته است.

شیمیادان به‌خاطر نقششان در بنیان‌گذاری رشته بوم‌شناسی شیمی (chemical ecology) برنده مشترک جایزه تایلور در سال ۱۹۹۰ شدند.

بزرگترین مشکل به‌وحدت بخشیدن میان رشته‌های گوناگون علمی و حوزه وسیع آگاهی فکری و تجربه انسانی به شیوه‌ای که هم جهان طبیعی و هم اجتماعی را مورد توجه قرار دهد، مربوط می‌شود. همان‌طور که جان هرسی (John Hersy) نوشته است:

«در علوم و مهندسی قوانین حکومت می‌کنند. به این معنا که در ازای هر عمل باید یک عکس‌العمل برابر و مخالف یا معکوس مشاهده شود. انسان می‌تواند روی آن حساب کند. در سوی دیگر ادبیات همچون یک گیاه وحشی و درهم‌پیچیده است. هیچ‌گونه قانونی جز عرف و رسم بر واژه‌ها که بیشترین زیبایی آنها در شکنندگی دل‌انگیزشان نهفته است، حاکم نیست. در اینجا ما روی هیچ چیز نمی‌توانیم حساب کنیم. هیچ چیز را نمی‌توان به اثبات رساند. این دو جهان متضاد یکدیگرند، اما به شدت به هم نیاز دارند.»



مسئله سالهای آتی این است که میان این دو جهان، جهان احساس و جهان علم، به شیوه‌ای پل بزینم که به حل مشکلات پیچیده اجتماعی موجود نایل شویم. با این هدف من نمی‌دانم که آیا زمان آن فرا رسیده است که به اختراع مجدد دانشگاه‌های land-grant<sup>۲</sup> بپردازیم که خیلی پیش و از طریق برنامه‌های فوق‌العاده چگونگی استفاده از ثمرات تحقیقات دانشگاهی در تأمین نیازهای انسان و حل مشکلات جدی عصر حاضر را کشف کردند.

مشکلاتی نظیر قابل رقابت شدن صنایع و فساد شهری در واقع بسیار پیچیده‌تر از بازده کشاورزی‌اند که گسترش تعاونیها در این کشور نقش مهمی در بالا بردن آن داشته است. با وجود این برخی از این‌گونه دانشگاهها، از جمله دانشگاهی که من در آن کار می‌کنم، گامهای کوچکی در جهت فعالیتهای فوق برنامه در این عرصه‌ها برداشته‌اند. برای مثال سازمان فعالیتهای تعاونی فوق برنامه دانشگاه کرنل به تدریج کانون توجه خود را گسترش داده تا مشکلات زندگی شهری و روستایی، از جمله آموزش تغذیه برای فقرا و سالمندان، توصیه‌های مربوط به مراقبت از کودکان در خانه و پرورش و ویژگیهای رهبری برای نوجوانان را بررسی کند. با وجود این امکان تأمین بودجه پروژه‌های نمونه و از آن بسیار کمتر پروژه‌های مربوط به ابتکارات جامع ملی بسیار ناچیز بوده است.

در لحظاتی که خوشبین بوده‌ام امکان این را که مدل دانشگاههای موریل گسترش یافته و نه تنها برای تأمین طیف گسترده‌ای از نیازهای مردم کشور خود ما، بلکه همچنین برای حل مشکلاتی در مقیاس کل جهان - از پیشگیری بیماریها و بالا بردن بازده کشاورزی گرفته تا حفاظت از محیط‌زیست - به کار رود، پو نظر دور نداشته‌ام. تعدادی دانشگاه از این دست با نگرش و برنامه‌ای واقعاً جهانی می‌توانند مشارکت و همکاری با نهادهای مشابهشان در خارج را گسترش داده و هیئتهای علمی و دانشجویان را آموزش دهند و در هر جا که تحقیقات دانشگاهی بتوانند به شکل سازنده‌ای در خدمت تأمین نیازهای انسان درآیند، مسائل و علائق مشترک را مورد توجه قرار دهند. مشارکت دانشگاه کرنل در جامعترین مطالعاتی که تا امروز در مورد رابطه میان تغذیه و بیماری در چین به عمل آمده است و طی آن محققانی از سه قاره برای بررسی یک مسئله مشترک گردهم آمدند، مدل مناسبی برای سازمان دادن این‌گونه مشارکتهای جهانی به دست می‌دهد.

در منشور اولیه بنیاد ملی علم این اهداف ذکر شده است: «پیشبرد و تأمین پیشرفت علم، ارتقای بهداشت، رفاه و بهزیستی ملی، تأمین دفاع ملی و دیگر اهداف». وانه‌ور بوش (Vannevar Bush) نیز در کتاب خود علم: مرز بی‌پایان همین نگرش به علم را ارائه داد و تأسیس بنیاد را پی نهاد. این کتاب کم حجم، ولی پر از اندیشه‌های نو امروز نیز ارزش خواندن دارد. بوش در بخش جمع‌بندی کتاب نوشت: «علم از تأمین رفاه کشور، در شرایط آرام و صلح‌آمیز یا شرایط جنگی، تنها همچون عضو یک تیم عمل می‌کند. اما بدون پیشرفت علمی هیچ‌گونه دستاوردی در عرصه‌های دیگر نمی‌تواند سلامت و بهداشت، رفاه و امنیت ما را به‌عنوان یک ملت در جهان مدرن تأمین کند.» این کلمات امروز نیز به‌همان اندازه زمانی که بوش گزارش

خود را در ژوئیه ۱۹۴۵ به ترومن تسلیم کرد، صحت دارند. بدون علم و تکنولوژی پیشرفته و درجه اول، امریکا نمی‌تواند به رقابت در بازارهای جهانی بپردازد یا بهداشت و شادمانی افرادی را که در داخل مرزهایش قرار دارند تأمین کند. با وجود این، کیفیت بهره‌گیری ما از علم و تکنولوژی به تلاشهای گروهی و جمعی، در محدوده علم و تکنولوژی و خارج از آن بستگی دارد که آن نیز به نوبه خود به کیفیت حکومتها هم در داخل و هم در خارج وابسته است.

این مطلب با دیدگاه فرانکلین روزولت نیز همخوانی دارد که از وانه‌ور بوش خواست نقش دولت فدرال را در علم و تکنولوژی در سالهای پس از جنگ بررسی کند و با این کار شالوده بنیاد ملی علم را بنیان گذارد. او در نامه‌اش به بوش که اکنون در بیرون اتاق هیئت مدیره بنیاد ملی علم قاب گرفته و به دیوار زده‌اند، نوشت: «مرزهای جدید فکر و اندیشه در مقابل ما هستند و اگر ما با همان ژرف‌نگری، شهامت و انگیزه‌ای که این جنگ را انجام دادیم به پیش برویم می‌توانیم اشتغال کاملتر و زندگی پرثمرتری به‌بار آوریم.»

امید ما برای تأمین اشتغال کاملتر و مشمثرتر و زندگی سرشارتر و بارزتر نه فقط برای مردم کشور خویش، بلکه برای آحاد جامعه جهانی که ما بخشی از آن هستیم، به میزان «ژرف‌نگری، شهامت و انگیزه‌ای» وابسته است که بتوانیم در اکتشافات و گسترش مرزهای تفکر و اندیشه به کار گیریم. این چالش نهایی ماست و باید هدف نهایی ما باشد.

دوست دارم در این مقطع حساس از تاریخ بنیاد ملی علم بر این باور باشم که ملت بار دیگر خود را وقف دستیابی به این هدف خواهد کرد. غفلت یا بی‌مبالاتی نباید ما را منحرف سازد. به اعتقاد من زمان تأسیس یک گروه کار درباره علم فرارسیده است تا به تجزیه و تحلیل هر یک از مسائل عمده‌ای که طرح کردم بپردازد و رهنمودهای لازم را برای هدایت کشور تدوین کند.

امیدوارم با حل این چهار مشکل عمده که با آنها مواجه هستیم شاخصهای علم و تکنولوژی در سال ۲۰۳۰ بیانگر سازمان علم و تکنولوژی درخشان و باروری باشد که هم حمایت ملی را دارد و هم حامی کشوری است که مردمش در هماهنگی کامل از منافع که وانه‌ور بوش ۴۵ سال پیش به‌عنوان ثمرات این سازمان برشمرد، بهره‌مند باشند: سلامتی، رفاه و امنیت. من بر این باورم که سازمان علم و تکنولوژی در کشور من در راه دستیابی به این هدف به همه مردم جهان خدمت خواهد کرد.

فراکت اچ. تی. رودز، همین رئیس دانشگاه کرنل و زمین‌شناس است. او با درجه دکترا از دانشگاه بیرمنگام انگلستان به تدریس اشتغال داشته و استاد زمین‌شناسی و کانی‌شناسی در کرنل است. وی عضو بنیاد ملی علم، نیز هست.

**یادداشت**

۳. دانشگاههایی که طبق قوانین سالهای ۱۸۶۲ و ۱۸۹۰، معروف به قوانین موریل (Morrill)، از کمکهای دولت فدرال استفاده می‌کردند.