

## ارتباط علم و جامعه

شرلی آن جکسون

رئیس پیشین و عضو هیئت رئیسه AAAS و رئیس موسسه پلی تکنیک Rnsselear در تروی، نیویورک

مترجم: نیما یزدانبخش

تهران، دانشگاه تهران، دانشکده زیست شناسی

پست الکترونیکی: [yazdanb@ut.ac.ir](mailto:yazdanb@ut.ac.ir)



درمانی، و کیفیت کلی زندگی دارد؟ آیا ارتباط واقعی همان تاثیر دیدگاه های علمی بر تصمیم گیری های عمومی جامعه نیست؟

پاسخ تمام این سوالات مثبت است. منظور دقیقاً همین است؛ اصطلاح "ارتباط" تمام این مفاهیم را یک جا در خود جمع کرده است.

هم گام با اصول مردم سالاری و آموزه های اخلاقی، نقش دانش و دانشمندان در اجتماع تاثیر زیادی در پیروزی ما به عنوان یک ملت دارد. میزان تاثیر گذاری دانش و دانشمندان در اجتماع بازتابی از دیدگاه علمی، اعتبار دانشمندان به دلیل بینش بی طرفانه، و نگرش آنها در تعیین اولویت مسائل بر اساس تحقیقات علمی و اصول تعلیم و تربیت است.

"ارتباط علم و جامعه" عبارتی است که می توان آن را به اشکال گوناگون تفسیر کرد. به عنوان یک شرکت کننده در این جلسه، برخی از شما ممکن است از خود بپرسید: منظور از این عنوان دقیقاً چیست؟ آیا "ارتباط" به معنای روندی است که طی آن یافته های علمی، نیازهای اساسی بشر را سمت و سو می دهند؟ یا به نقش خود دانشمندان اشاره می کند، که در عرصه های مختلف جامعه، به عنوان محقق، کاشف، مخترع، معلم، مدیر اجرایی یا شهروندی متفکر، ایفای نقش می کنند؟

آیا این ارتباط به همکاری بین رشته ای و چندصنفی<sup>۱</sup> اشاره دارد که باعث به وجود آمدن بهترین دستاوردهای علمی است؟ یا منظور تاثیری است که علم و دانش بر عرصه های دیگر جامعه، مانند امنیت ملی، رفاه اقتصادی، خدمات

<sup>۱</sup> Nexus

<sup>۲</sup> Multisector partnership

صورت اتفاقی روی می‌دادند. در چنین جوامعی، پیشرفت‌های اساسی در کیفیت زندگی به آهستگی، گاه در طول یک هزاره، به دست می‌آمدند.

در دوره رنسانس، دانش بتدریج شروع به تمایز یافتن به شکل واقعی مقتدر و مجزا کرد. ابتکار و اکتشاف مایه درخشش بودند. در ۱۶۰۵، زمانی که فرانسیس بیکن "قواعد یادگیری" را نوشت، او و همکارانش بین فلسفه الهی و فلسفه طبیعی جدایی حقوقی اعلام کردند. در حالی که کلیسا نفوذ خود را بر فلسفه الهی حفظ کرد، اصولی که ریشه در طبیعت داشتند و به شکلی تجربی قابل اثبات بودند (مثل جهت‌یابی بر اساس نجوم، نورشناسی و پزشکی) به قلمرو علم و استدلال تبدیل شدند. زمانی که بیکن در سال ۱۶۲۰ کتاب "دانش نوین"<sup>۱</sup> را منتشر کرد، اصول روش علمی را پایه‌گذاری کرد. منطقی است که به دنبال آن، عصر استدلال و انقلاب صنعتی پیش آمد. در انقلاب صنعتی، جستجو برای آگاهی - مرکز توجه پرسش‌های علمی و اختراعات مهندسی - اغلب به‌وسیله الزامات اقتصادی تعیین می‌شد؛ به بیان دیگر، نیازهای اجتماعی تعیین‌کننده مسیر پیشرفت‌های علمی بودند.

در ادامه اجازه دهید به تغییرات نیم قرن گذشته دانش در ایالات متحده بپردازیم که، بنا بر اعتقاد برخی، زیر سلطه مدل Vannevar Bush بوده است. پایه نظری این مدل، همکاری چندجانبه در انجام فعالیت‌های علمی است، مخصوصاً بین دولت و دانشگاه‌ها. هسته اصلی این رویکرد سرمایه‌گذاری دولت در تحقیقات بنیادی دانشگاه‌هاست که در آن سه نکته کلیدی نهفته بودند. اول آنکه تحقیقات پایه به ابداع منجر خواهد شد، که به نوبه خود در راستای امنیت ملی، رشد اقتصادی و تقویت منافع اجتماعی قابل بهره‌برداری است. دوم آنکه اگرچه نمی‌توان اختراع یا اکتشاف بزرگ بعدی را پیش‌بینی کرد، اما سرمایه‌گذاری فراگیر در تحقیقات پایه تضمین‌کننده بروز این اکتشافات است. و سوم اینکه از این راه در کنار حمایت از پژوهش‌ها و تحقیقات، نیروی انسانی فعال در علم و فن آوری نیز تربیت خواهد شد.

اولین دستاورد اعمال این روش در به کارگیری هدفمند و گسترده استعدادهای علمی برای رفع نیازهای ملی برای

اجازه دهید موضوعی را یادآوری کنم که خود بر آن واقفید: افراد تراز اول علم هرگز مانند امروز امیدوار کننده و نوید دهنده نبوده‌اند. فرصت‌های فراوانی برای پیشرفت وجود دارد. از نانوتکنولوژی، تا مهندسی زیستی، تصویربرداری تراهرتز، نظریه ریسمان، و دانش فضایی، ما در عصر اکتشاف و ابداع هستیم. چالش این‌جاست که چطور به دل این فرصت‌های ارزشمند بزنیم، تا سلامتی، آسایش و امنیت بشری بیشتر شود و جامعه درک بهتری از علم و جایگاه والا و ارزش واقعی دانش پیدا کند.

### یک تمثیل: جایگاه دانشمند در آگورا

برای به تصویر کشیدن این منظر، دوست دارم شما را با یک تمثیل ساده آشنا کنم که اگر در یونان باستان بودیم شاید به آن آگورا می‌گفتیم. منظور مکانی است که به شکل سنتی تعاملات بزرگی میان اقشار مختلف اجتماع و مردم عادی اتفاق می‌افتد. بخشی از آگورا در اختیار حکومت است (تصمیم‌گیران، قانون‌گذاران، هیئت‌های قضایی، اداری‌ها، تنظیم‌کنندگان، و افراد بدنه قانونی). صنعت و بخش‌های خصوصی اقتصاد (از بازرگانان تا شرکت‌ها) اموال خود را به میان گذاشته‌اند. مذهب (مسجد، کلیسا، کنیسه و معبد) جایگاه خاص خود را دارد و دست آخر، اهالی علم در آنجا حضور دارند: یعنی معلمان و دانشجویان که آینده را خواهند ساخت. آگورا یک ارتباط اجتماعی است.

آگورا جایی است که عموم مردم "حقیقت" را از آن‌جا بر می‌گزینند؛ به بیان دیگر، چیزی که جامعه آن را به عنوان "واقعیت" می‌پذیرد. این همان جایی است که مدیران، سیاست‌های عمومی جامعه را تعیین می‌کنند. اما نقش علم و دانش در این میان چیست؟ جایگاه دانشمند کجاست؟ و دانشمندان در شکل‌دهی تصمیمات و سیاست‌های جامعه چه نقشی دارند؟ برای پاسخ به این سؤالات اجازه دهید اول به این موضوع بپردازیم که نقش دانش با توسعه جوامع و پیشرفت تمدن چگونه تغییر کرده است. در جوامع ابتدایی، آگورا، بدان گونه که تعریف شد، هنوز وجود نداشت. علم و دین غالباً در پیکر واحدی نمود داشتند: مردی طبیب یا زنی فرزانه. حکومت، به معنای دقیق کلمه، یا در این مفهوم غالب نهفته بود و یا برای اتخاذ تصمیم‌ها از آن تأثیر می‌پذیرفت. دانش علمی به شکل کلامی و تنها به اقلیت محدودی منتقل می‌شد، و پیشرفت‌های غیر منتظره تنها به

<sup>1</sup> Novum Organum

**چندرشته‌ای بودن:** چیزی که در دل تحقیقات علوم و مهندسی نهفته است. پیدایش فن‌آوری نانو را در نظر بگیرید. اگر کسی از شما می‌خواست که لباس رزم موثرتری برای سربازان طراحی کنید، آیا هرگز با دستکاری مواد در سطح مولکولی شروع می‌کردید؟ احتمالاً نه. در حالی که محققان فن‌آوری نانو (علم دستکاری اجسام در سطح اتمی و مولکولی) قدم‌های بزرگی در راه ساخت لباس‌های بسیار محکم برای سربازان برداشته‌اند که "لباس رزم پویا" نام گرفته و می‌توان آن را در میدان نبرد به سرعت فعال کرد.

به عنوان مثالی دیگر، دانشمندان در دانشگاه جان هاپکینز، موفق به تولید یک ژل پروتئینی خودهم گذار<sup>۱</sup> شده‌اند که با تحریک پیام‌های زیستی موجب تسریع رشد سلول‌ها می‌شود. این ژل می‌تواند با کمک مجموعه‌ای از سلول‌ها، مواد مهندسی شده، و عوامل بیوشیمیایی، بافت‌های آسیب دیده را جایگزین، ترمیم یا بازسازی کند.

تحقیقات انجام گرفته در زمینه داروسازی باعث به وجود آمدن سیستم "جانوری روی یک تراشه"<sup>۲</sup> شده است. این فن‌آوری که در اثر همکاری گرایش‌های علمی مختلفی همچون فن‌آوری نانو، ریزسیال‌شناسی<sup>۳</sup> و مواد زیستی ایجاد شده است می‌تواند آثار ترکیبات شیمیایی در بدن انسان را بازتولید کند. به‌کارگیری فناوری اطلاعات در مدل‌سازی ریاضی و شبیه‌سازی واکنش‌های شیمیایی درون بدن انسان، استفاده از شیمی ترکیبی برای شناسایی ترکیباتی که ممکن است ویژگی دارویی داشته باشند، و غربالگری سریع و دقیق به کمک فرایندهای پربازده<sup>۴</sup>، این امکان را فراهم کرده‌اند که تحلیل‌ها سریع‌تر انجام شوند، زمان لازم برای رسیدن به بازار کوتاه‌تر شود، و هزینه تولید مواد دارویی جدید به شکل چشمگیری کاهش یابد. می‌بینیم که در ذات چندرشته‌ای بودن اغلب علوم پایه و کاربردی، یک ارتباط نهفته است.

**جهانی‌سازی و امنیت ملی.** دومین گرایش اصلی، جهانی‌سازی<sup>۵</sup> است. سهولت سفر به هر کجای دنیا و ارتباطات ماهواره‌ای؛ پیوند درونی سیستم‌های مالی؛

ایالات متحده، پیروزی در جنگ جهانی دوم بود. این پیروزی بر پایه استعداد دانشمندان و مهندسانی بود که فعالیت‌های آن‌ها سامانه‌های تسلیحاتی، رادار، سیستم‌های تشخیص مادون قرمز، بمب افکن‌ها، راکت‌های دوربرد و موشک‌های زیردریایی برای ملت به ارمغان آورد. اساساً این دستاوردها حاصل به کارگیری استعداد افراد مهاجری بود که در دانشگاه‌های اروپایی تربیت شده بودند و کمتر نتیجه سرمایه‌گذاری ایالات متحده برای پرورش متخصصین بودند. با این حال، موفقیت به دست آمده بود.

پس از پرتاب فضایی اسپوتنیک به فضا توسط اتحاد جماهیر شوروی، سرمایه‌گذاری برای تحقیقات در زمینه علوم، مهندسی و پرورش نیروی انسانی شتاب گرفت، تا جایی که منجر به تسلط امریکا در رقابت تسلیحاتی و رقابت فضایی و پیشی گرفتن در انرژی، بهداشت، حمل و نقل، و سایر زمینه‌ها شد. در هنگام سرمایه‌گذاری اولیه این حد از پیشرفت قابل تصور هم نبود. برای نمونه، زمانی که در سال ۱۹۴۷ ترانزیستور اختراع شد، تصور می‌شد که کاربرد آن تنها در ابزارهایی است که به بهبود شنوایی کمک خواهند کرد. با این حال، همان‌طور که می‌دانید، امروزه ترانزیستورها برای ساخت تقریباً تمام سیستم‌ها و وسایل الکترونیکی، از رایانه‌ها و دوربین‌ها گرفته تا فضاییماها و خمپاره اندازه‌های حیاتی هستند.

مدل Vannevar Bush به وجود آورنده فضایی شد که در آن ایالات متحده برای بیش از پنج دهه بر تحقیقات و اکتشافات جهانی علم و مهندسی مسلط شد. در واقع، اقتصاددانان تخمین می‌زنند که بیش از نصف رشد اقتصادی ایالات متحده در نیم قرن گذشته، به واسطه پیشرفت در علوم و فن‌آوری بوده است. اکتشافاتی که در زندگی بشر انقلابی ایجاد کرد و صنایع جدیدی به وجود آورد: حمل و نقل هوایی، انرژی هسته‌ای، نیروی پیش‌ران جت و راکت، فن‌آوری‌های فضایی، ارتباطات، تلویزیون، رایانه‌ها، نیمه‌رساناها، میکروچیپ‌ها، اشعه لیزر، فیبرهای نوری و ...

### گرایش‌های اصلی دهه‌های اخیر

قبل از به تصویر کشیدن وضعیت کنونی آگورا - اوایل قرن بیست و یکم - لازم است که همگرایی برخی گرایش‌های اساسی را به خوبی درک کنیم.

<sup>1</sup> Self-assembling  
<sup>2</sup> Animal on a chip  
<sup>3</sup> Microfluidics  
<sup>4</sup> High-throughput  
<sup>5</sup> Globalization

جابه‌جایی باثبات کالاهای تجاری، ایده‌ها و مهارت‌های تکنولوژیک؛ و تبادل الکترونیکی اطلاعات از طریق اینترنت (که در نوع خود نوآوری بی‌بدیلی است) آگورا را به یک محفل جهانی از ایده‌ها تبدیل کرده‌اند. وابستگی و ارتباط متقابل ملت‌ها و فرهنگ‌ها از هر زمان دیگر در طول تاریخ بسیار پیچیده‌تر شده است.

این وابستگی متقابل<sup>۱</sup>، هم جنبه‌های مثبت و هم جنبه‌های منفی دارد؛ از یک سو درک و هشیاری ما از نیازهای جهانی را افزایش می‌دهد، و از سویی دیگر تهدیدهای امنیتی به وجود می‌آورد و امکان حرکت‌های تروریستی غیر قابل ردیابی و فعالیت‌های قاچاق را افزایش می‌دهد. اقدامات اخیر آژانس انرژی هسته‌ای در شناسایی شبکه تکنولوژیکی سلاح‌های هسته‌ای A.Q.Khan و همدستانش، میزان آسیب‌پذیری را که با جهانی‌شدن به وجود آمده است به خوبی نشان می‌دهد.

یک نتیجه مستقیم افزایش نگرانی ما نسبت به مسایل امنیتی آن است که اکنون بیشتر از هر زمان دیگری ایمنی فن‌آوری‌های پیشرفته مورد ارزیابی و پشتیبانی قرار می‌گیرند: فرایندی که شاید بتوان به آن "بهره‌برداری از اکتشاف و ابداع بر اساس نیاز" گفت. برای نمونه می‌توان به جستجو برای شناسایی خصوصیات زیست‌سنجشی به منظور تضمین امنیت در مقابل دزدی هویت، به‌کارگیری "تصویر برداری فراطیفی"، یا تقویت پایگاه‌های داده‌ای تشخیص چهره برای به دام انداختن تروریست‌ها و سایر مجرمان اشاره کرد.

به عنوان یک کشور درگیر جنگ، این طبیعی است که ایالات متحده توجه بیشتری به افزایش امنیت سرزمین خود و موضوعاتی داشته باشد که ضریب آسیب‌پذیری بالاتری دارند. این اقدامات در عین حال که ضروری‌اند، هزینه‌بر هم بوده‌اند و تمرکز ما بر روی این اولویت‌ها به بهای از دست دادن برخی جنبه‌های امنیتی دیگر که نامحسوس‌تر هستند بوده است.

وقتی به حفظ و تقویت امنیت، توانایی‌ها و پایداریمان می‌نگریم باید پیوستگی آنها با امنیت، توانایی‌ها و پایداری جهانی را نیز در نظر بگیریم. گرچه ما بخش بسیار کمی از جمعیت جهان (حدود ۵ درصد) را تشکیل می‌دهیم، با

فاصله‌ای زیاد بزرگترین مصرف‌کننده منابع طبیعی جهان به شمار می‌آییم. این وضعیت نمی‌تواند تا ابد ادامه یابد. امریکا کشور بسیار ثروتمندی است در حالی که دنیای بزرگتر پیرامون، هنوز در فقر به سر می‌برد. سایر ملل (که برخی مدل ما را پیاده می‌کنند و برخی نه) انتظار دارند که استانداردهای زندگی‌شان را، آن گونه که سزاوار آن هستند، ارتقا دهند. ما در جهان با هم در پیوندیم؛ پیوستگی جامعه علمی همواره از طریق ارتباط دانشمندان با یکدیگر شکل گرفته است. با این حال، به عنوان یک جامعه، همیشه آن گونه که شایسته است به نقش گسترده و مستقیم علوم و جامعه علمی در حل مسایل جهانی پایداری و سلامت و رفاه بشر نگاه نکرده‌ایم. برای این منظور لازم است دیدگاهمان را وسیع‌تر کنیم، به تصمیم‌گیری‌های جهانی وارد شویم، و فعالیت موسساتمان را در این راستا جهت‌دهی کنیم.

یکی از چالش‌های اساسی جهان توسعه‌یافته، مقابله با تروریسم و بی‌ثباتی، از طریق مقابله با علل آن، به ویژه در کشورهای جهان سوم است. تحقیقات پایه و ابداعات ناشی از آن ابزاری به ما می‌دهد که بتوانیم به طور مستقیم با آن مقابله کنیم، بخصوص از آن جهت که به تغذیه، سلامت، زیرساخت‌ها، و محیط زیست مربوط اند. برای نمونه می‌توان به مواد غذایی، به ویژه محصولات [کشاورزی] مهندسی ژنتیکی شده و مقاوم به آفات، کیفیت بهداشت و درمان، به خصوص داروهای جدید و روش‌های جدید مقابله با بیماری‌ها، زیرساخت‌ها و محیط زیست، شامل راه‌کارهای مهندسی شده جدید برای تامین آب سالم، پایداری، و صد البته انرژی اشاره کرد. بدون رسیدگی صحیح به این نیازها هیچ ملتی هرگز قادر به رشد و شکوفایی اقتصادی نخواهد بود. در این مفهوم مثبت، دانش و مهندسی می‌تواند نیرویی بالقوه برای تامین امنیت باشد. این همان پیوندی است که علم و جامعه در آن، در شکل جهانی آن، در هم می‌آمیزد.

**نیروی کار<sup>۲</sup> و روش‌های آموزشی.** جنبه برجسته دیگر امنیت مربوط به توسعه نیروی انسانی است. قبل از حملات ۱۱ سپتامبر ۲۰۰۱، وقتی کمیسون هارت رادمن "نقشه راه برای امنیت ملی" را منتشر کرد، یکی از پنج توصیه آن "سرمایه‌گذاری برای تجدید اقتدار امریکا در

<sup>2</sup> Workforce<sup>1</sup> Interdependence

بخوانند. برای اولین بار در ۳۲ سال گذشته، در سال مالی ۲۰۰۳ تعداد دانشجویان بین المللی ۲/۴ درصد کاهش یافته است. بین سالهای ۲۰۰۳ تا ۲۰۰۴ تعداد متقاضیان تحصیل در مقطع کارشناسی ۲۸ درصد و در مقاطع تحصیلات تکمیلی رشته‌های مهندسی ۳۶ درصد کاهش یافته است. در این زمینه، کاهش شمار متقاضیان تحصیل در مقاطع تحصیلات تکمیلی از کشور هند ۲۸ درصد و از کشور چین ۴۵ درصد بوده است.

سوم این که حدود ۴۰ درصد کارمندان دارای مدرک دکتری، فعال در مشاغل علمی و مهندسی ایالات متحده، را مهاجرین تشکیل می‌دهند (این آمار برای دارندگان مدرک کارشناسی ارشد ۳۰ درصد است). با این حال، کشورهایی مانند چین، هند، تایوان و کره جنوبی که تامین کنندگان اصلی نیروی انسانی نخبه برای امریکا محسوب می‌شوند تلاش کرده‌اند تا سهم بزرگی از نیروی انسانی را در داخل کشورهای خود تعلیم دهند و برای انجام تحقیقات در داخل کشور خود سرمایه‌گذاری کنند. بین سالهای ۱۹۸۶ تا ۱۹۹۹ تعداد دانشجویان دوره دکتری در کره جویی ۴۰۰ درصد، در تایوان ۵۰۰ درصد و در چین ۵۴۰۰ درصد افزایش یافته است. به این ترتیب عجیب نیست که تعداد دانشجویان کره‌ای، تایوانی و چینی که متقاضی دریافت درجه دکتری از ایالات متحده هستند در اواخر دهه ۱۹۹۰ کاهش یافت. در فاصله سالهای ۱۹۹۱ تا ۲۰۰۱، با این که سرمایه‌گذاری ایالات متحده در بخشهای تحقیق و توسعه تا ۶۰ درصد افزایش نشان می‌دهد، کره جنوبی و چین علی‌رغم داشتن منابع محدود، سرمایه‌گذاری‌های خود را به ترتیب ۳۰۰ و ۵۰۰ درصد افزایش دادند. علاوه بر آن، رشد اقتصاد جهانی باعث شده تا دانشمندان جوان این کشورها و سایر کشورها فرصت‌های شغلی بیشتری در کشورهای خود، یا جایی به غیر از ایالات متحده داشته باشند. خلاصه این‌که، تصویر امریکا به عنوان کشور فرصت‌ها، که همچنان هم واقعیت دارد، در حوزه آموزش و کار، تا حد زیادی رنگ باخته است.

در تکمیل صحبت‌ها، باید از گرایش به همکاری‌های بین‌المللی برای اجرای پروژه‌های تحقیق و توسعه چند ملیتی یاد کنم. حرکت کارگاه‌های تولیدی امریکا به سمت تولید کالاهای تجاری در کشورهایی با دستمزد اندک کارگر، در سال‌های اخیر دربرگیرنده مشاغل مرتبط با

علم و آموزش بود". بر اساس نظر این کمیسیون، گرچه در سایه سرمایه‌گذاری‌های پیشین در صنعت و آموزش، به امنیت بالا و پیشرفت اقتصادی دست یافته‌ایم، در حال حاضر به "مصرف‌کننده سرمایه" تبدیل شده‌ایم. این کمیسیون اعلام کرد که ادامه این روند در ربع قرن آینده به چالش بزرگی برای امنیت ملی امریکا تبدیل خواهد شد؛ تهدیدی به مراتب بزرگتر از هر جنگی که تا به حال درگیرش بوده‌ایم.

اما این تهدید شامل چه موضوعاتی است؟ این تهدید در واقع چهار جنبه دارد. اول این‌که نیروی کار علمی و مهندسی کشور در حال پیر شدن است. نیمی از دانشمندان و مهندسان حداقل ۴۰ سال سن دارند، و میانگین سن این گروه رفته‌رفته بیشتر می‌شود. مطابق گزارش اخیر بنیاد ملی علوم، "آمار بازنشستگی افرادی که با داشتن درجه علمی در مراکز علمی و مهندسی شاغل بوده‌اند، نسبت به بیست سال قبل به شکل بی‌سابقه‌ای افزایش یافته است". در حقیقت، ده سال دیگر تعداد دانشمندان و مهندسين امریکایی بازنشسته سه برابر امروز خواهد بود. برای نمونه، بر اساس پیش‌بینی وزارت دفاع، آزمایشگاههایی که در آنها بالغ بر ۲۱۴۰۰۰ کارگر در بخش‌های علمی، مهندسی، ریاضی و فن‌آوری فعالیت می‌کنند، طی یک دهه آینده با کمبود نیرو مواجه خواهند شد. این گزارش همچنین اشاره می‌کند، شمار دانشجویان فارغ‌التحصیل که متقاضی کسب مشاغل مرتبط با وزارت دفاع هستند کاهش یافته است. این وزارتخانه در صدد است که در ۵ سال آینده، تا سال ۲۰۱۰ شمار کارمندان شاغل در قسمت علوم و مهندسی را ده درصد افزایش دهد، و این در حالی است که رقابت سختی در صنایع برای جذب این افراد وجود دارد. در صنعت هوا و فضا نیز ۲۷ درصد از نیروی کار فعال تا ۳ سال آینده بازنشسته خواهند شد.

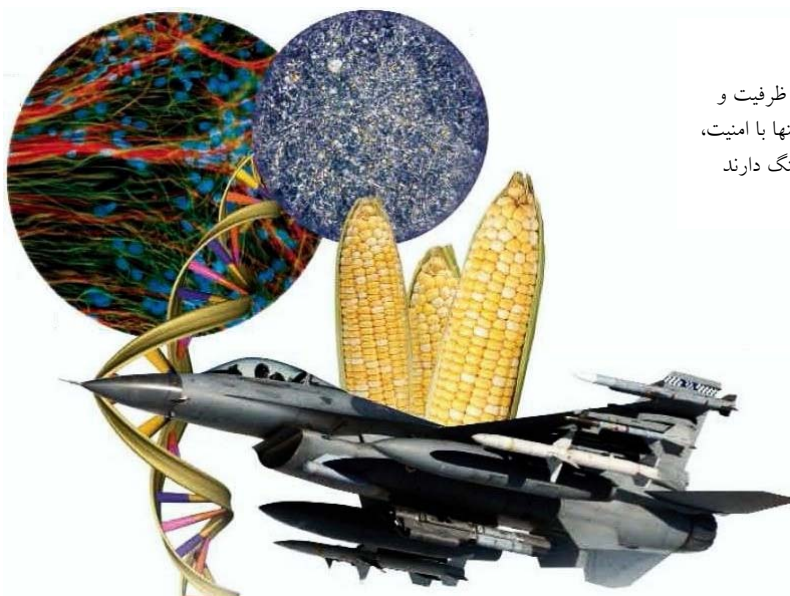
دوم، اتفاقات جهانی و تغییر قوانین فدرالی مهاجرت موجب شده است که ایالات متحده برای دانشجویان و دانشمندان بین‌المللی، و حتی بسیاری از افراد مستعد درون کشور، از جذابیت کمتری برخوردار شود. این دانشمندان زمانی منبع استعدادها برای کشور بودند. از سال ۲۰۰۱، شمار دانشجویان و دانشمندان بین‌المللی متقاضی ویزا بسیار کم شده است. با شرایط جدید، دانشجویان کشورهای دیگر تصمیم می‌گیرند جاهای دیگری درس

بنابراین ما در یک وضعیت بحرانی قرار داریم. مقابله با تروریسم، گسترش نامتوازن اقتصادی در سالهای اخیر، و کسری بودجه فدرال در امریکا، تصمیم دولت برای سرمایه‌گذاری در تحقیقات پایه و تربیت استعداد های فنی و مهندسی را سست کرده است. این درست زمانی اتفاق می افتد که ما باید سرمایه‌گذاری را بیشتر می‌کردیم، نه کمتر. بازگویی یک داستان واقعی به ما درس بزرگی می‌دهد. در ادامه جنگ سرد، شرکت رند (Rand Corporation) تحقیقات فوق محرمانه‌ای را به عنوان یک تلاش برای دفاع ملی آغاز کرد. در طول تابستان‌های اوایل دهه‌ی ۱۹۵۰، یک ریاضی‌دان جوان و تا حدی عجیب از دانشگاه پرینستون به این پروژه پیوست. کار جان فوربس ناش (John Forbes Nash) در رابطه با "تئوری بازی ها" به یکی از تاثیرگذارترین نظریه‌های رفتار شناسی انسانی تبدیل شد، و در نهایت انقلابی در علم اقتصاد ایجاد کرد. بر همین اساس، در سال ۱۹۹۴ جایزه نوبل در اقتصاد به وی تعلق گرفت. نظریه بازی ها راهکارهایی برای تفکر و تجزیه و تحلیل ارائه داد. این راهکار به دولت امکان داد که دسترسی به منابع ملی - لیزینگ نفت، اوراق قرضه، صنایع چوب، حقوق محیط زیست- را از طریق حراجی به شرکت‌های تجاری و بازرگانی که آنها را توسعه دهند واگذار کند. جان ناش که در اوایل مسیر حرفه‌ای خود به بیماری اسکیزوفرنی مبتلا شده بود، سه دهه بعد به طور معجزه‌آسایی درمان شد.

فن‌آوری های پیشرفته‌تر شده است که در محل بازارهای فروش و در کشورهایی با نیروی کار با تحصیلات بالا انجام می‌گیرد. در حال حاضر شرکت‌های امریکایی (همین‌طور شرکت‌های ژاپنی و اروپای غربی)، که دارای سرمایه و زیرساخت‌های کافی هستند تمایل دارند فعالیت های تحقیق و توسعه خود را در چین، هند یا کشورهای دیگری انجام دهند که نیروی کار انسانی ماهر در آنها به آسانی در دسترس است.

چهارمین تهدید این است که با گذشت زمان، تعداد کمتری از جوانان امریکایی مایل به تحصیل در رشته‌های مهندسی و علوم هستند در حالی که در میان سایر ملل تاکید بر تحصیل در رشته‌های علوم و مهندسی بیشتر شده است.

در حال حاضر سهم رشته‌های علوم و مهندسی در بین فارغ التحصیلان مقطع کارشناسی در چین ۶۰ درصد، در کره جنوبی ۳۳ درصد و در تایوان ۴۱ درصد است. این در حالی است که در امریکا ۳۱ درصد دانشجویان مقطع کارشناسی در رشته‌های علوم و مهندسی تحصیل می‌کنند. در سال ۱۹۹۳ بیشترین تعداد ثبت نام در رشته‌های علوم و مهندسی دیده شد، و علی رغم افزایشی که در سال‌های اخیر دیده شده، این تعداد هنوز از مقداری که یک دهه قبل بوده کمتر است. هر یک از این چهار عامل به تنهایی مشکل‌ساز هستند و مجموعه آنها با هم بسیار ویران کننده و مخرب خواهد بود.



وقتی در کنار حفظ و نیرومندی امنیت، ظرفیت و پایداری خودمان هستیم، باید بدانیم که اینها با امنیت، ظرفیت و پایداری جهانی ارتباط تنگاتنگ دارند

اتاق‌های فکر<sup>۱</sup> عامل دیگری هستند که به این مفهوم اضافه شده‌اند. در دهه ۱۹۷۰، زمانی که مفهوم اتاق فکر در حال شکل گرفتن بود، آنها اغلب بر روی یک هدف مشخص و یا تجزیه و تحلیل یک موضوع اجتماعی بخصوص تمرکز می‌کردند و نتیجه فعالیت آنها در یک کتاب یا کنفرانس ارائه می‌شد. در حال حاضر در همین شهر واشنگتن تعداد اتاق‌های فکر به بیش از ۲۰۰ عدد می‌رسد؛ بودجه بزرگترین‌های آنها بالغ بر ده‌ها میلیون دلار است؛ و صدها متخصص، روزنامه‌نگار و تحلیلگر در این مجموعه‌ها به بررسی جنبه‌های مختلف مناسبات اجتماعی، از جمع‌آوری مالیات تا نوسازی شهری و جنبه‌های اخلاقی تصمیم‌گیری‌های اجتماعی می‌پردازند.

وقتی نظرات متعدد در کنار هم قرار داده می‌شوند و پیچیدگی‌های موجود برای عرضه و فروش در بازارهای تجاری در نظر گرفته می‌شود، مجموعه‌ای از ایده‌ها و عقاید شکل می‌گیرند که توسط وسایل ارتباط جمعی به جامعه منتقل می‌شود. و در نهایت اینترنت را داریم که مجموعه‌ای بی‌نظیر از اطلاعات در سطح جهانی است که با قدرتی باور نکردنی در حال دگرگون کردن عصر اطلاعات است.

اگر بازار از کسانی پر شود که خود را متخصص می‌نامند چه اتفاقی خواهد افتاد؟ یا اگر کارفرمایانی وجود داشته باشند که بلافاصله از هر ایده‌ای حمایت و پشتیبانی کنند؟ نتیجه چنین حالاتی بی‌اعتبار شدن اطلاعات و حتی تنزل ارزش علم و دانش است. چنین روالی مفهوم دانشمند به عنوان یک فرد بی‌غرض و بی‌طرف در بیان استدلال را تهدید خواهد کرد و موجب خدشه‌دار شدن نقش قدرتمند علم در شکل‌دهی سیاست‌های کلی اجتماع خواهد شد.

#### ارتباط یا بی‌اعتمادی؟

مردم در یک جامعه چگونه حقایق را انتخاب می‌کنند؟ جامعه چگونه موضوعی را به عنوان واقعیت تعیین کرده و قبول می‌کند؟ مدیران و مسوولین منتخب ما چگونه تصمیم‌گیری‌های مهم را انجام می‌دهند؟ بر سر منادیان حقیقت چه می‌آید: آنها که واقعیاتی را بیان می‌کنند که خلاف نظر غالب جامعه است؟ اساسا شهروندان با چه

داستان زندگی او در کتاب یک ذهن زیبا توسط سیلویا نَسَر (Sylvia Nasar) به رشته تحریر در آمد و بر اساس آن فیلمی نیز ساخته شد. داستان زندگی او پر از افراد و موسساتی است که منحصر به فرد بودن او را قبول داشتند و برای ادامه کارش هر تلاشی را که لازم بود انجام دادند.

تجربه‌ای دیگر هم مربوط به بخش تحصیلات تکمیلی دانشگاه پرینستون است. در دهه‌های ۱۹۳۰ و ۱۹۴۰، زمانی که دانشگاه‌های دیگر از پذیرش دانشمندان و ریاضی‌دانان یهودی گریخته از چنگ آلمان نازی خودداری می‌کردند، این دانشگاه درهایش را بروی آنها گشود. به این ترتیب یکی از افرادی که در جمع نخبگان تحصیلات تکمیلی این دانشگاه قرار گرفت آلبرت آینشتین بود، که در این گردهمایی و به مناسبت سال جهانی فیزیک درخشش او را گرمی می‌داریم. درسی که ما از پیشرفت بخش تحصیلات تکمیلی دانشگاه پرینستون در زمان اقامت اینشتین و جان ناش می‌گیریم این است که استعداد در هر جایی وجود دارد اما گاهی مورد تشویق قرار نگرفته و زیر پا له می‌شود. گروه یا فردی که جامعه آن‌را پس می‌زند، ممکن است همانی باشد که بهترین اکتشاف یا خلاقیت را رقم می‌زند. ما در گذشته چنین اشتباهاتی مرتکب شده‌ایم و نباید آن را دوباره تکرار کنیم.

**چندصدایی.** آخرین موضوعی که علاقمندم در اینجا مطرح کنم افزایش بی‌سابقه حجم و امکان دسترسی به اطلاعات و چگونگی تاثیر آنها بر نقش دانشمندان و شکل‌گیری مناسبات عمومی جامعه است. در حین توصیف واژه آگورا، چهار گروه که در آن حضور دارند را معرفی کردم: حکومت، صنعت، مذهب و آموزش. اما در قرن گذشته، گروه‌های تاثیرگذار و عوامل دیگری ظاهر شده و سعی کرده‌اند توجه شهروندان و مسوولان را به خود جلب کند. یکی از این گروه‌ها رسانه‌ها هستند، که اطلاعات واقعی را منتقل می‌کنند اما گاه فیلتر، ویراستاری و حتی جهت‌دهی می‌شوند. گروهی دیگر، مجامع علمی و تخصصی هستند، مانند همین کنگره. گرچه مجامع تخصصی از قرن‌ها پیش وجود داشته‌اند، اما تنوع و ساختار مجامع علمی امروزی در نیمه دوم قرن بیستم به شکل چشمگیری تغییر کرد.

<sup>1</sup> Think tanks

را در امنیت ملی، سلامت اقتصادی، و رفاه و آسایش، واز سوی دیگر توانایی خود را در کاهش رنج انسانها در سراسر دنیا به رسمیت بشناسیم (تأکید از مترجم است). برای این منظور نیاز به یک عزم ملی برای سرمایه‌گذاری قابل توجه و رقابتی در تحقیقات پایه علوم و مهندسی، در تمامی عرصه‌ها، داریم حتی اگر به قیمت تقابل با برخی اولویت‌های مهم دیگر باشد. بسیار جای تعجب است که مردم علوم را از مباحث مورد علاقه خود می‌دانند و معتقدند علم (و فن‌آوری) ریشه بسیاری از موفقیت‌هاست ولی علم و دانش مهجور مانده و بعضاً اهمیتی به آن داده نمی‌شود.

دومین وظیفه ما ایجاد عزم و اراده ملی برای شکل گرفتن مخزن کاملی از استعدادهاست: گسترش دادن علاقه به علوم و ریاضیات در بین تمامی جوانان، و شناسایی، پرورش و پشتیبانی از نخبگانی که در بین اقشار مختلف جامعه از جمله زنان و اقلیت‌های قومی ظاهر می‌شوند. این امر نیاز به تأکید ویژه بر آموزش و پرورش ابتدایی، بخصوص در مورد ریاضیات دارد. اما چگونه می‌توانیم دانش‌آموزان مستعد را از همان زمان تحصیلات متوسطه به علوم علاقمند کنیم؟ چطور آنها را ترغیب کنیم که زندگی خود را در موضوعی صرف کنند که در دبیرستان عمدتاً درس سختی به حساب می‌آید؟ چطور آنها را تحریک کنیم که راههایی پیدا کنند تا بتوانند وارد دانشگاه شوند و تحصیلات آکادمیک را در مقاطع تحصیلات تکمیلی دنبال کنند؟ و چگونه آنها را متقاعد کنیم که به محیط‌های کاری، آزمایشگاه‌ها و کارگاههای طراحی وارد شوند؟

مسئله بخشی از محرک لازم برای ترغیب و تشویق دانش‌آموزان مستعد، جنبه مالی است. این کار نیازمند حمایت مالی بیشتر از دانشجویان مستعد به طور خاص، و به طور کلی تمامی دانشجویان با هر پیشینه قومی و در هر سطحی از تحصیلات است. یک نمونه از چنین حمایتی می‌تواند به صورت اعطای کمک هزینه‌ها باشد، مانند آنچه در گذشته و بر اساس قانون ملی آموزش دفاعی برای تحصیل در علوم و مهندسی اعطا می‌شد.

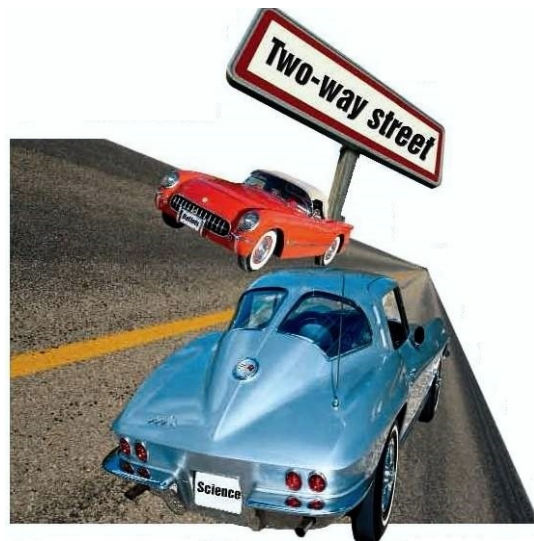
سومین کاری که باید انجام دهیم، جهت‌دهی مجامع علمی به کار بر روی مسایل کلیدی جامعه به شکل ویژه و فعال، و نه منفعل است. تصمیمات اجتماعی همیشه (یا اغلب) جای ارائه مباحث بی‌طرفانه نیستند. هر تصمیم اجتماعی

میزان اعتماد به نظرات کارشناسان توجه می‌کنند؟ آیا صدای آنها شنیده می‌شود؟

موضوعات مختلف، از تحقیقات مهندسی ژنتیک و سلول‌های بنیادی گرفته تا دستیابی به سلاح‌های کشتار جمعی، گفتگوهای زیادی را در جامعه به وجود می‌آورند و گاه دیدگاه‌های علمی در هیاهوی این لفاظی‌ها گم می‌شوند. آنچه مسلم است، تلاقی علم و جامعه به طور فزاینده‌ای مستعد بی‌اعتمادی و بدفهمی است. شهروندی که مورد حمله انبوهی از اطلاعات متعدد قرار می‌گیرد حیران و سرگشته می‌ماند که به گفته کدام متخصص اعتماد کند.

### تقویت نقاط قوت

تأکید من در سخنانم بیشتر بر مسایلی بود که در خلاقیت موثرند، و همچنین به ذکر عواملی پرداختم که گرچه ممکن است گاهی در تضاد با هم باشند، ریشه در قدرت و ماندگاری فعالیت‌های علمی دارند؛ یعنی ماهیت چند بعدی نهفته در سوالات علمی، تعامل علم، امنیت ملی و جهانی‌سازی، دسترسی به استعدادهای علمی و مهندسی، و بالاخره افرادی که در مورد علم در عرصه‌های عمومی صحبت می‌کنند.



باید متوجه اخلاق کاربرد علم در قلمروهای کلیدی و ارتباط تنگاتنگ آن با باورهای مردم باشیم. این راهی دوطرفه است که کراراً از آن می‌گذریم.

حال ببینیم وظیفه ما چیست؟ اولین وظیفه ما به عنوان یک ملت این است که از یک سو نقش مرکزی علوم و مهندسی

نه تعیین دقیق آنها، صورت پذیرفت. بر این اساس، علم و دانش اعلام کننده خط‌مشی‌ها، و نه تعیین کننده آن بود. با این حال آنچه هنوز باید انجام شود آن است که از روش‌های کنترلی وابسته به خطر پیش تر رفته، به مردم یاد دهیم چگونه می‌توان، چه در مورد نیروگاه‌های هسته‌ای و چه در عرصه ضایعات هسته‌ای، خطرها را ارزیابی و تعدیل کرد.

بر اساس نظر علم و فن‌آوری، یک راه بازیافت سوخت هسته‌ای، بازپردازش آن، از طریق جداسازی پلوتونیوم، تولید سوخت MOX و سوزاندن آن در نیروگاه‌های است. به این ترتیب راندمان تولید انرژی افزایش خواهد یافت و با سوزاندن پلوتونیوم باقی‌مانده، هدف محدود نگه داشتن مراکز هسته‌ای نیز محقق می‌شود. این امر در سایر کشورها رایج است. با این حال، از دهه ۱۹۷۰ سیاست آمریکا بر آن است که پلوتونیوم، به دلیل خطر گسترش آن، از طریق بازپردازش جداسازی نشود و به جای آن، در حالی که در بستری از ضایعات هسته‌ای قرار دارد در اعماق زمین انبار شود. علوم می‌توانند خطرات و راندمان تولید انرژی فرایندهای مختلف را شرح دهند اما اینکه کدام روش انتخاب شود یک تصمیم اجتماعی است. علوم می‌توانند مسایل مورد بحث در حوزه سیاست را توضیح دهند اما قادر نیستند تعیین کنند چه گزینه‌ای انتخاب خواهد شد.

### جهشی به وضعیت امروز

تروریسم و امنیت ملی اصلی‌ترین دغدغه این کشور و تمام دنیاست. همانطور که قبلاً هم اشاره شد، از فن‌آوری‌های زیادی برای شناسایی و ردیابی فعالیت‌های تروریستی استفاده می‌شود. عموم مردم، بخصوص در آمریکا، احساس ناراحتی می‌کنند، بعضی نگران تاثیر اقدامات امنیتی بر زندگی شهروندان هستند و گروهی در مورد خود جوامع علمی، به خاطر سهولت ارتباط و تعامل دانشمندان سراسر دنیا به دلیل پیشرفت علم، نگرانند. آنچه مشخص نیست این است که تخمین‌های خطر ارائه شده، تا چه حد به شرایط موجود نزدیک اند. در اینجا است که مجامع علمی می‌توانند نقش مهمی بازی کنند و وظیفه‌ای را که از آنها انتظار می‌رود انجام دهند؛ در موضوعات گسترده‌تری وارد شوند، نه فقط موضوعات مربوط به تروریسم یا به طور خاص چگونگی به‌کارگیری برآورد خطر، بلکه حداقل توضیح دهند از چه ابزارهایی می‌توان برای نیل به این

قواعد خود را دارد و حتی برخی انتخاب‌ها ممکن است مبهم و گیج‌کننده شوند. با این حال، فضایی باز و مردم سالار و محلی عمومی برای ارائه ایده‌ها هستند. البته هم مردم و هم مسوولان اجرایی باید علاقمند به شنیدن اینگونه مطالب باشند و مسلماً به سطح بالایی از آگاهی عمومی و احترام به نقش علوم در حل مسایل بنیادی ملی و بین‌المللی نیاز است.

ارتباط بین علم و جامعه، چه برای دانشمندان و چه برای عموم مردم، همیشه ساده نیست. با این حال، از آنجا که موسسات عمومی اکثراً روی تحقیقات پایه سرمایه‌گذاری می‌کنند، علوم و تصمیمات اجتماعی (حتی سیاست) با هم مرتبط هستند. لازم است نه تنها به ابعاد فن‌آورانه سیاست‌های اجتماعی، بلکه به ابعاد سیاسی تغییرات فن‌آوری که از علوم پایه سرچشمه می‌گیرند نیز توجه کنیم.

یک نمونه از ارتباط علم، فن‌آوری و تصمیمات اجتماعی، به کارگیری ابزارهای سنجش خطر در عرصه هسته‌ای است. من از سال ۱۹۹۵ تا ۱۹۹۹ رییس کمیسیون تعدیل هسته‌ای ایالات متحده (NRC) بودم. وظیفه این کمیسیون تعیین و بررسی اجرای اصول ایمنی در طراحی، ساخت و عملکرد نیروگاه‌های هسته‌ای، و به این ترتیب حفاظت از جامعه و محیط زیست و در نهایت حفظ امنیت ملی است. رسالت این کمیسیون به طور سنتی بر اساس قوانین ثابتی اجرا می‌شود. زمانی که تمام قوانین به درستی اجرا شوند، آسایش خیال جامعه برقرار می‌شود، حتی اگر اجتماع درک درستی از منشا این قوانین نداشته باشد. این عمل گاه به واکنش بیش از حد مردم نسبت به برخی وقایع در نیروگاه‌های هسته‌ای منجر می‌شد چرا که جامعه نمی‌توانست اتفاقات مهم را از وقایع کم اهمیت تمیز دهد.

در اوایل دهه ۱۹۷۰، تخمین/احتمالی خطر به عنوان روشی برای تعدیل خطرات ناشی از فعالیت‌های هسته‌ای معرفی شد. این روش رفته‌رفته مورد قبول کمیسیون تعدیل هسته‌ای و صنایع هسته‌ای قرار گرفت و از نیمه دوم دهه ۱۹۹۰ سرعت بیشتری به خود گرفت. رویه‌های تعدیلی از حالت اولیه خود که بیشتر جنبه توصیف موارد بروز خطر داشت، به اطلاع‌رسانی در مورد خطرات تغییر کرد. این تغییر با استفاده از ابزارهای تخمین احتمالی خطر برای اطلاع‌رسانی در مورد عملکردها و خط‌مشی‌های کنترلی، و

### خلاصه

بیش از نیم قرن سلطه امریکا بر تحقیقات در زمینه علوم و فن آوری، علاوه بر کسب امتیازات زیاد و منحصر به فرد توسط همین امتیازات هم به پیش رانده شده است که باید آنها را شناخت، و در حفظ و تقویت آن کوشید. این امتیازات عبارتند از: ۱. یکی از بزرگترین و پیشرفتهترین سیستمهای آموزش عالی در دنیا؛ ۲. سیستم مالی که دسترسی به سرمایه اولیه را تضمین می کند و سابقه طولانی در سرمایه گذاری برای پروژههای جدید و خلاقانه دارد؛ ۳. ساختارهای اداری که برای پشتیبانی از کارهای خارق العاده علمی پایه گذاری شده اند و قوانین و مقرراتی که انجام فعالیت های علمی جدید را میسر می کنند؛ ۴. سابقه و روال مرسوم همکاری میان جامعه و بخش خصوصی؛ ۵. یک فرهنگ ریسک پذیر و جویای افکار و نقطه نظرات متفاوت، که نه فقط از آنها استقبال می کند بلکه معتقد است که خلاقیت به نوآوری منجر خواهد شد.

اگر ما از این مزایا استفاده کنیم، در طیف وسیعی از تحقیقات علوم و فن آوری سرمایه گذاری کنیم، سرمایه های انسانی خود را با بهره گیری از افراد خلاق و مستعد غنی تر کنیم، به شکل فعال و مستمر در تصمیمات اجتماعی درگیر شویم، و آحاد مختلف جامعه را با روش های جدید، خلاقانه و معتبر آشنا کنیم، می توانیم مشکلات و عقب ماندگی های جامعه را از بین ببریم، توقعات فزاینده جامعه بین المللی را برآورده کنیم، و با ایجاد احساس امنیت در دیگران، امنیت خود را افزایش داده و رهبر "عصر طلایی" جدیدی در اکتشافات علمی شویم.

این مقاله ترجمه ای است از:

The nexus: Where Science Meets Society. Science, 2005, Vol. 310, PP: 1634-1639

اهداف استفاده کرد. ما نمی توانیم در مقابل همه چیز از خودمان محافظت کنیم، ولی می توانیم با استفاده از ابزار تشخیص مخاطرات، از منابع خود به شکل موثری استفاده کنیم، تصمیمات درست بگیریم، دغدغه های مردم را کاهش دهیم و نگرانی های بی اساس را از جامعه بزداییم.

چهارم این که باید مردم را با دیدگاه های علمی آشنا کنیم و علوم را در دسترس همگان قرار دهیم. در این راستا، تلاش های گسترده AAAS می تواند به عنوان الگوی سایر مجامعی که به طور تخصصی در زمینه مسایل علمی و مهندسی فعالیت می کنند مورد استفاده قرار گیرد. بسیار مهم است که جامعه علمی نه فقط زیبایی علم را به مردم نشان دهد، بلکه برای درک معنای علم، مفهوم نظریه علمی (برخلاف باور رایج) و چگونگی توسعه علوم به آنها کمک کنند و دیدگاه علمی را به آنها آموزش دهد. دیدگاهی که در آن مورد قبول واقع شدن نظریه ها و مدل های علمی بر اساس شواهد و نتایجی است که آنها را تایید می کنند، فرضیه ها با آزمایش های علمی محک زده می شوند، و به دنبال پیدا شدن شواهد جدید، نظریه های علمی تغییر می کنند.

این کارها برای غلبه بر بی اعتمادی نسبت به علوم و دانشمندان، و عدم درک صحیح از اهمیت علم در زندگی مدرن و نقش آن در سلامتی و رفاه انسانها بسیار مهم هستند. ما باید در مورد اصول اخلاقی کاربرد علوم در حوزه های مهم و کلیدی صحبت کنیم و روشن کنیم چگونه علوم با عقاید افراد پیوند خورده است. این موضوع مانند خیابان دو طرفه ای است که باید تردد بیشتری داشته باشد. برای این منظور جامعه علمی باید درک کند که ارتباط علوم با تصمیمات اجتماعی به معنای ارتباط آن با ارزش های جامعه است. ما باید به مردم به شکلی که هستند نگاه کنیم و بدانیم که دیدگاه علمی نمی تواند همیشه و همه جا اجرا شود، ولی باید به آن توجه کرد.

### منابع

- Paul Andrews, "Courting Chinaus. News World Rep. 135. 44 (24 November 2003).
- Philip S. Anton, Richard Silbergutt, James Schneider, The Global Tecuclo Pevolution BioNano/Material's Trends and Wher Synergies with information Tecturology by 2015 (Report prepared for the National Intelligence Count by RANDS Natonal Defent Research Institute, RAND, Santa Monica CA, 2001.).

Sir Francis Bacon, The Adiancement of Learning (1605) (Modern Library Random House, New York, 2001).

Sir Francis Bacon, in Novur Organun (1620), The Works vol. 3, Basil Montague, Ed. and Transl (Parry and MacMillan Philadelphia, PA, 1854), pp. 343-371.

- Niels Boly, *Alari Playsics and Human Khoydecke* (Wiley New York, 1958).
- John Boslough Stephen Hawking's *Unverse* (William Morrow, New York, 1985).
- Vannevar Bush, CA: *We May Think*" Atlantic Monday 176 101(July 1945).
- Vannevar Bush, *Soence: The Endless Frontier* (U.S. Govern ment Printing Office Washington, DC, 1945).
- Laban Coblentz (Interational Atomic Energy Agency) private communication to S.A Jackson 15 June 2004.
- George Constable, Bob Somerville, *A Century of innovaton Twenty Engineering Achieverents That Transforme Ourtres* (Joseph Henry Press, National Acaderly Press, Washington, DC, 2003).
- John Douglas, president and chief executive Officer of the Aerospace Industries Association (AIA), Speaking at the National Security Workforce Challenges and Solutions Workshop sponsored by the National Defense Industry Assocation (NDIA) and the AA, Rosslyn, W, 12 December 2004.
- Albert Einstein, Leapold Infeld, *The Evolution of Physics* (Simon & Schuster, New York, 1938).
- Findings fromUS.Gaduate Schoolson internationaled Late Student Admissions Trends Council of Graduate School, Washington DC, September 2004).
- Yuding Goetat, *Toclonal Rev* 2004 (February 2004).
- Werner Heisenberg, *Prysicsand Philosophie Revolution in Modern Science* (Harper & Row, New York, 1959).
- Boris Hessen, *The Socialand Economic Roots of Newton's Principia* (Howard Fertig, New York 1971).
- HaroldW.Kuhn, Sylvia Nasar, Eds., *The Essential forlash* (Princeton Univ. Prers, Panceton, NJ 2002).
- Charles Lathrop, Mackenzie M Eagen, *The Cormission on National Sewity27st Cerdry Abart-Radw Compresvon Printer* (Institute of Land Warfare, Association of the United States Art, Arlington, VA, 2000).
- Sylvia Nasar, *A Beautiful ind: A Biography of Schm fortes Nash Jr., Wirver of the Nobel Prize in Economics*, 1994 (Touchstone, Simon & Schuster, New York, 1998).
- National Intelligence Council (NC), *Global Trends 2015:A Dialogue About the Future With Nan government Experts* (NIC 2000-02, US Goverment Printing Office, Washington, DX, December 2000).
- National Science Board, *SdenxeandEngineering indicata* 2004 chap 2, Hgher Education in Science and Engineer ing" (Divdion of Science Resource Statistics, National St. ette Foundation Arington, VA, 2004).
- Open Doors Statistics on international Student Mobility (Institute of International Education, 10 November 2004).
- David M.Ricci, *The Transformation of American Poftics: The New Washington and the Rise of Think Tanks* (Yale Univ. Press, New Haven, CT, 1993).
- Roraid Sega, director, Defense Research and Engineering U.S. Department of Defense, Speaking at the Natonal Security Workforce Challenges and Solutions Workshop Sponsored by NDIA and the Al A. Rosslynt, VA 13 December 2004.
- Gunther S. Stent, *Partisan Rev.* 1988,33 (Winter 1988)