

از سیاست علم؛ مرز بی‌انتهای سیاست علم و نوآوری در ایران

* رضا مهدی

* دانشیار گروه مطالعات آینده‌نگر، مؤسسه مطالعات فرهنگی و اجتماعی، تهران، ایران.

mahdi002@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۸/۰۶

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۰۹

چکیده

هدف این مقاله، بهینه‌کاوی و استخراج آموزه‌های گزارش‌نهایی واکاوی سند علم؛ مرز بی‌انتهای به‌منظور یادگیری مولّد از سیاست علم ایالات متحده برای سیاست‌گذاری‌های علم و نوآوری در ایران در افق بلندمدت است. سند علم؛ مرز بی‌انتهای سیاست بلندمدت علم ایالات متحده با تمرکز بر علوم پایه، فناوری، مهندسی و ریاضیات است. با توجه به پیشرفت‌های علمی این کشور در حوزه‌های سیاسی، اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و فناوری ملی و بین‌المللی، یادگیری از سیاست‌های علمی آن می‌تواند در سیاست‌گذاری علم و نوآوری به‌ویژه علوم پایه، فناوری، مهندسی و ریاضیات، مرز شکن و راهگشا باشد. در این مقاله، با روش تحلیل محتوای کیفی، گزارش‌نهایی همایش واکاوی سند علم؛ مرز بی‌انتهای مشارکت فرهنگستان ملی علوم، بنیاد کاولی و بنیاد اسلوان با حضور ۳۰۰ رهبر و مدیر ارشد علمی و تجاری و خبر با هدف بررسی وضعیت و ترسیم آینده نهاد علم با رویکرد واقع‌گرا و کل‌نگر، برگزار شده، واکاوی و تحلیل شده است. بر مبنای گزاره‌های سند علم؛ مرز بی‌انتهای دستاوردهای ایالات متحده در عرصه‌های سیاسی، اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و فناوری ملی و بین‌المللی، در هشت دهه گذشته دست‌کم در علم و قدرت مطلق، قابل اعتنا است. در این مقاله، پنجاه گزاره‌سیاستی مؤثر در سیاست‌گذاری علم و نوآوری استخراج شده است. به‌منظور تعالی و تقویت زیست‌بوم نوآوری و پیشرفت همه‌جانبه کشور شامل همه مردم، همه مناطق و همه عرصه‌ها، انتظار می‌رود سیاست‌گذاران علم و نوآوری ترکیب مناسبی از پنجاه گزاره‌سیاستی ارائه‌شده در این مقاله را در یک فرایند مشارکتی، فراگیر و کل‌نگر، گلچین و به‌کار گیرند.

واژه‌های کلیدی: آموزش عالی، سیاست علم، علم مرز بی‌انتهای، تحقیق و توسعه، سیاست‌گذاری علم و نوآوری.

نوع مقاله: پژوهشی

۱- مقدمه

جامعه و کاربردهای عملی: اگرچه تمرکز بر علم و فناوری بنیادی مهم است، اما عدم توجه به کاربردهای عملی و نیازهای جامعه می‌تواند یک ضعف و چالش عمده باشد و ۵. ارزیابی و پیگیری ناکافی: اگر پیشرفت و دستاوردهای یک سند به‌طور منظم ارزیابی نشود، ممکن است اهداف برنامه‌ریزی‌شده محقق نشوند. بنابراین، وظیفه و مسئولیت دولت‌ها و متخصصان است که کیفیت تحقق سیاست‌ها و تأثیر آنها بر جامعه و پیشرفت ملی را با دقت و هوشیارانه آسیب‌شناسی و پایش کرده و راهبردها و راهکارهای جاری را با رعایت تحولات و محدودیت‌ها اصلاح و به‌روز نمایند.

اسناد سیاست‌گذاری‌های علم و فناوری و نوآوری عموماً در مرحله عملیاتی‌شدن دارای چالش‌های مشابهی هستند (Mahdi, 2015): ۱. کمبود منابع مالی: یکی از مشکلات اصلی، تأمین بودجه پایدار برای اجرای برنامه‌ها و پروژه‌های علمی است، ۲. عدم تطبیق با نیازهای بومی: برخی برنامه‌ها ممکن است به‌جای پرداختن به مشکلات خاص منطقه‌ای یا ملی، بیش از حد متمرکز بر اهداف کلی و جهانی باشند، ۳. ضعف هماهنگی میان نهادها: اجرای موفق یک سند علمی نیازمند هماهنگی و همکاری مؤثر بین نهادهای مختلف است، که گاهی با چالش مواجه می‌شود، ۴. عدم توجه به

نویسنده عهده‌دار مکاتبات: رضا مهدی Mahdi002@gmail.com

۲- مبانی نظری و پیشینه پژوهش

سند سیاست علم؛ مرز بی‌انتها در سال ۱۹۴۵ به ابتکار بوش^۵ برای سیاست‌گذاری علم در ایالات متحده با تمرکز بر «علوم پایه، فناوری، مهندسی و ریاضیات» تنظیم شده است (Bush, 1945). با توصیه بوش، به‌منظور مرزشکنی و پیشتازی جهانی، دولت باید برای علم (آموزش و پژوهش) هزینه کند و نمی‌تواند به بخش خصوصی که تا قبل از جنگ جهانی دوم عمده هزینه‌های پژوهش را برعهده داشته است، بسنده کند. پس از جنگ، هزینه‌های پژوهش حتی در کشورهای غربی به یک عُرف مدیریت دولتی ثابت تبدیل شد (Olson, 2020). در واقع، سیاست علم؛ مرز بی‌انتها تلاشی برای کاربست آموخته‌های دوران جنگ نظیر توسعه رادار، پنی‌سیلین، سلاح‌های ضد دریایی و بُمب اتمی، در قالب فرصت‌هایی برای دوران صلح است.

محورهای اصلی سند علم؛ مرز بی‌انتها با تمرکز بر پیشرفت علمی، نقش دولت در حمایت از پژوهش‌های علمی، اهمیت آموزش، و تأثیر علم بر رفاه عمومی، به‌طور گسترده به این موضوعات پرداخته است. مفهوم مرز بی‌انتها به دوران پس از جنگ جهانی دوم برمی‌گردد؛ زمانی که ایالات متحده به یک نیروی پیشرو در زمینه علم و فناوری تبدیل شد. در این دوره، دولت و دانشگاه‌ها نقش مهمی در توسعه علم و پژوهش داشتند. سند علم؛ مرز بی‌انتها یک ایده و مفهوم کلیدی در سیاست‌های علمی و فناوری آمریکا است که به تلاش‌های این کشور برای پیشرفت در زمینه علم و فناوری و همچنین تأثیرات آن بر توسعه اقتصادی و اجتماعی اشاره دارد. این مفهوم عمدتاً به تحقیق و توسعه و ایجاد نوآوری‌های فناورانه مربوط می‌شود و می‌تواند به‌عنوان یک راهبرد برای حفظ و افزایش رقابت‌پذیری این کشور در سطح جهانی معرفی شود. سند علم؛ مرز بی‌انتها نمایان‌گر یک راهبرد کلیدی برای پیشرفتی است که این کشور در دوران مدرن به آن دست‌یافته و به‌نوعی نماد تمایل ایالات متحده به حفظ و تقویت موقعیت خود به‌عنوان یک قدرت فناورانه جهانی محسوب می‌شود. این مفهوم همچنین نشان‌دهنده اهمیت

«علم؛ مرز بی‌انتها»^۱ نقشه راه بلندمدت ایالات متحده پس از جنگ جهانی دوم در حوزه سیاست‌گذاری‌های ملی علم شامل آموزش عالی، پژوهش و تحقیق و توسعه در گستره جغرافیایی این کشور با مرکزیت و محوریت «علوم پایه، فناوری، مهندسی و ریاضیات»^۲ بوده است (Bush, 1945). پس از جنگ جهانی دوم به مدت ۷۵ سال، گسترش و توسعه نهاد علم، نظام آموزش عالی، پژوهش و تحقیق و توسعه ایالات متحده عمدتاً با پیروی از متن و روح این سند انجام شده است. سند علم؛ مرز بی‌انتها در سال ۲۰۲۰ در همایشی با مشارکت رهبران، صاحب‌نظران و مدیران ارشد از نهاد علم، بنیادها و کسب‌وکارهای ایالات متحده مورد واکاوی قرار گرفته است. با استناد به تشویق‌ها، نقدها، توصیه‌ها و تحلیل‌های صاحب‌نظران، سیاست‌های ملی ایالات متحده در حوزه علم و آموزش عالی برای ۷۵ سال آینده به‌نوعی بازبینی و بازتنظیم شده است. در هشت دهه گذشته، نظام آموزش عالی و پژوهش در ایالات متحده دارای پیشرفت‌ها، دستاوردها و تأثیرگذاری‌های شایان توجهی در عرصه‌های ملی و بین‌المللی و حوزه‌های سیاسی، اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و فناوری بوده است. بهینه‌کاوی^۳ و یادگیری مولد^۴ (Khoi, 2021) از سیاست‌های ملی این کشور از جمله سیاست علم؛ مرز بی‌انتها می‌تواند در سیاست‌گذاری‌های علم و نوآوری سایر کشورها از جمله ایران راهنما و آموزنده باشد.

هدف این مقاله، معرفی اجمالی ابعاد و محتوای سند علم؛ مرز بی‌انتها و ارائه درس‌آموخته‌های آن برای سیاست‌گذاری‌های کلان علم و نوآوری کشور در افق بلندمدت است. ابتدا محورها و اولویت‌های مورد تأکید سند علم؛ مرز بی‌انتها معرفی (Bush, 1945) سپس، نتایج و یافته‌های همایش واکاوی سند علم؛ مرز بی‌انتها (Olson, 2020) جمع‌بندی و در قالب پنجاه گزاره سیاستی تقدیم محضر سیاست‌گذاران علم و فناوری کشور شده است.

1. Science; the Endless Frontier

2. STEM

3. Benchmarking

4. Generative learning

5. Vannevar Bush



تأثیرات بزرگی داشته باشد. بیماری‌های مزمن نظیر سرطان و بیماری‌های قلبی همچنان به‌عنوان چالش‌های بزرگ، نیازمند پژوهش‌های گسترده‌تری هستند. حمایت مالی دولت‌ها از پژوهش‌های پزشکی و زیرساخت‌های مرتبط ضروری است. پیشرفت‌های علمی منجر به بهبود استاندارد زندگی، ایجاد محصولات و فناوری‌های جدید و افزایش بهره‌وری می‌شود. پژوهش‌های پایه در دانشگاه‌ها و مؤسسات پژوهشی باید تقویت شود تا دانش جدید برای کاربردهای صنعتی و اجتماعی خلق و ترویج شود.

کمبود دانشمندان و مهندسان در دوران پساجنگ یک چالش بزرگ ایالات متحده ارزیابی شده است. دولت باید بورسیه‌ها و فرصت‌های آموزشی برای دانشجویان مستعد فراهم کند. نسل فعلی سربازانی که استعداد علمی دارند، باید از طریق برنامه‌های آموزشی ویژه به‌نظام علمی بازگردند. همچنین، پژوهش‌های علمی در حوزه نظامی برای حفظ امنیت ملی حیاتی است. همکاری میان دانشمندان غیرنظامی و نظامی باید ادامه یابد. دولت باید ساختارهای دائمی برای پژوهش‌های نظامی در زمان صلح ایجاد کند. اطلاعات علمی به‌دست‌آمده در طول جنگ باید با هدف استفاده در پیشرفت‌های آینده برای عموم و صنعت منتشر شود. دولت باید مروج تبادل اطلاعات علمی در سطح بین‌المللی باشد.

براساس سند علم؛ مرز بی‌انتهای علم نقش اساسی در بهبود سلامت عمومی، توسعه اقتصادی و ایجاد فرصت‌های شغلی دارد. دولت باید با استفاده از ابزارهای قانونی و مالی، از پژوهش‌های علمی و نوآوری حمایت کند. جنگ جهانی دوم باعث شده است که بسیاری از دانشجویان و افراد مستعد به‌جای تحصیل، وارد ارتش شوند. این شرایط باعث ایجاد کمبود بزرگی در تعداد دانش‌آموختگان علمی شده است. به‌عنوان مثال، تعداد دانش‌آموختگان کارشناسی در علوم و فناوری حدود ۱۵۰ هزار نفر کمتر از پیش‌بینی‌ها بوده و این کمبود در مقاطع پیشرفته‌تر به ۱۷ هزار نفر می‌رسد. در بخش آموزش و تربیت استعدادها، سند علم؛ مرز بی‌انتهای، به‌طور ویژه بر اهمیت شناسایی، پرورش و حمایت از استعدادها، علمی در دوران پس از جنگ تأکید شده است. پیشرفت علمی به تعداد و کیفیت دانشمندانی که در

تحقیق و توسعه علمی در حفظ رقابت‌پذیری و پاسخ به چالش‌های آینده است.

برخی از ویژگی‌های مهم سند علم؛ مرز بی‌انتهای عبارتند از ۱. حمایت دولتی: دولت سرمایه‌گذاری‌های قابل توجهی در زمینه پژوهش و توسعه علمی انجام داده و با کمک مالی مستمر به مؤسسات تحقیقاتی، دانشگاه‌ها و شرکت‌های خصوصی مصمم است نوآوری و تحقیقات علمی را تقویت کند، ۲. توسعه فناوری: تمرکز بر ایجاد و تقویت فناوری‌های نوظهور، به‌ویژه در زمینه‌هایی همچون فناوری اطلاعات، زیست‌فناوری، انرژی‌های تجدیدپذیر و مواد پیشرفته، ۳. پنجره‌های جدید اقتصادی: با توجه به پیشرفت‌های علمی و فناوری، فرصت‌های جدید اقتصادی برای کشورهای پیشرفته و در حال توسعه به وجود آمده است و ۴. تأکید بر همکاری بین‌المللی: در دنیای مدرن، تحقیقات علمی و توسعه فناوری به همکاری‌های بین‌المللی نیاز دارد. ایالات متحده در پروژه‌های بین‌المللی متعددی براساس تبادل دانش و فناوری حضور داشته و دارد.

همچنین، بر اساس سند علم؛ مرز بی‌انتهای تأثیر علم بر جامعه و اقتصاد قابل توجه ارزیابی شده است: الف. تحول اقتصادی: سرمایه‌گذاری در علم و فناوری به ایجاد فرصت‌های شغلی و رشد اقتصادی منجر می‌شود. شرکت‌های نوپا و استارت‌آپ‌ها به‌عنوان بخشی از این روند تأسیس می‌شوند، ب. پیشرفت در کیفیت زندگی: نوآوری‌های علمی به بهبود کیفیت زندگی انسان‌ها کمک کرده و در حوزه‌های بهداشتی، آموزشی و زیست‌محیطی تأثیرگذار است، ج. آموزش و تربیت نیروی انسانی: آموزش و پرورش در زمینه‌های علوم و فناوری مهم است تا نسل‌های جدیدی از پژوهشگران، دانشمندان و نوآوران تربیت شوند.

به‌علاوه، بر اساس سند علم؛ مرز بی‌انتهای پیشرفت علمی یک عنصر کلیدی برای امنیت ملی، رفاه عمومی و ایجاد مشاغل جدید است. دولت نقش مهمی در حمایت از پژوهش‌های علمی، آموزش دانشمندان و کاربرد علم در حل مسائل اجتماعی دارد. آزادی پژوهش باید حفظ شود تا دانشمندان بتوانند به شکلی خلاقانه و مستقل ایفای نقش کنند. پیشرفت‌های پزشکی در طول جنگ جهانی دوم نشان داده است که سرمایه‌گذاری در پژوهش‌های پزشکی می‌تواند



گیرد. موارد کلیدی بخش امنیت ملی و علم در سند علم؛ مرز بی‌انتها عبارتند از:

۱. علم به‌مثابه ستون فقرات امنیت ملی
پیشرفت علمی برای مقابله با تهدیدها: توسعه فناوری‌های پیشرفته مانند رادار، تسلیحات دقیق و ابزارهای رمزگشایی در طول جنگ نشان داد که موفقیت در میدان نبرد وابستگی زیادی به نوآوری‌های علمی دارد.
رقابت فناورانه: جنگ‌ها نشان دادند که سرعت در توسعه فناوری‌های جدید می‌تواند تعیین‌کننده باشد. کشورها باید در زمان صلح نیز برای رقابت فناورانه آماده باشند.

۲. همکاری بین دانشمندان غیرنظامی و نظامی
ادامه پژوهش‌های نظامی در زمان صلح: پیشنهاد شده است که ساختارهای دائمی برای انجام پژوهش‌های علمی در حوزه نظامی ایجاد شوند.
شراکت حرفه‌ای: افسران نظامی باید با دانشمندان غیرنظامی همکاری نزدیک داشته باشند تا از دانش و تخصص علمی برای توسعه تاکتیک‌ها و فناوری‌های دفاعی استفاده شود.
حفظ محرمانگی: بسیاری از پژوهش‌های نظامی به دلیل حساسیت بالا باید محرمانه باقی بمانند، اما در عین حال، دانش عمومی باید در دسترس همگان باشد تا پیشرفت‌های علمی تسریع شود.

۳. اهمیت سازمان‌های مستقل علمی برای دفاع ملی
ایجاد یک نهاد مستقل: سند علم، مرز بی‌انتها توصیه می‌کند که یک سازمان مستقل، زیر نظر غیرنظامیان و با بودجه مستقیم از کنگره، برای نظارت بر پژوهش‌های نظامی با وظایف زیر ایجاد شود: انجام پژوهش‌هایی در حوزه‌های حساسی که ارتش به‌تنهایی قادر به پوشش آنها نیست؛ ارائه پیشنهادها برای توسعه تسلیحات جدید؛ حفظ همکاری با ارتش و نیروی دریایی برای بهبود تجهیزات و تاکتیک‌های نظامی.

۴. درس‌هایی از جنگ جهانی دوم
مشارکت دانشمندان در جنگ: در طول جنگ، دانشمندان در توسعه فناوری‌هایی مانند رادار، موشک‌های ضد

حوزه‌های مختلف فعالیت می‌کنند وابسته است. کمبود دانشجویان و دانش‌آموختگان رشته‌های علمی و مهندسی، به‌دلیل اولویت‌های جنگی، یک چالش بزرگ در دوران پساجنگ به‌شمار می‌آید. آموزش علمی به‌ویژه در سطح پیشرفته (کارشناسی‌ارشد و دکتری) زمان‌بر است و نیاز به برنامه‌ریزی بلندمدت دارد.

همچنین، بسیاری از جوانان مستعد به دلیل مسائل مالی یا کمبود امکانات آموزشی، فرصت ادامه تحصیل ندارند. دولت باید به‌گونه‌ای عمل کند که توانایی افراد، نه شرایط اقتصادی آنها، تعیین‌کننده مسیر تحصیلی باشد. ارائه بورسیه‌ها و حمایت‌های مالی برای دانش‌آموزان مستعد از مناطق مختلف و با پیشینه‌های متنوع، ضروری است. بسیاری از سربازانی که در طول جنگ به خدمت فراخوانده شدند، ظرفیت علمی بالایی دارند. ارتش باید افراد مستعد را شناسایی کرده و با هماهنگی برنامه‌های تخلیه از خدمت، آنها را به دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی بفرستد تا تحصیلات علمی خود را تکمیل کنند. این برنامه به کاهش کمبود نیروی انسانی علمی در کوتاه‌مدت کمک خواهد کرد.

به باور طراحان سند علم؛ مرز بی‌انتها آموزش عالی در ایالات متحده بیشتر برای افرادی است که توان مالی دارند، درحالی‌که استعداد علمی در همه اقشار جامعه وجود دارد. برای بهره‌وری از منابع انسانی، باید نظام آموزشی به‌گونه‌ای طراحی شود که هیچ سقفی برای پیشرفت علمی جز توانایی فرد وجود نداشته باشد. ارتقای کیفیت آموزش علوم در دبیرستان‌ها و دانشگاه‌ها ضروری است تا دانش‌آموزان با علاقه و انگیزه بیشتری به سمت علوم جذب شوند. اجرای این برنامه‌ها نه‌تنها کمبود نیروی علمی را برطرف می‌کند، بلکه با پرورش نسل جدیدی از دانشمندان، زیرساخت قوی برای پژوهش‌های علمی و توسعه فناوری در آینده ایجاد خواهد کرد. این تلاش‌ها به ایجاد یک نیروی علمی آماده برای مقابله با چالش‌های ملی و جهانی منجر می‌شود.

در بخش امنیت ملی و علم در سند علم؛ مرز بی‌انتها تأکید می‌شود که علم و فناوری نقش محوری در حفظ امنیت ملی دارند. در دوران جنگ جهانی دوم، اهمیت این موضوع آشکارتر شد و این تجربه‌ها می‌تواند در زمان صلح نیز برای تقویت زیرساخت‌های امنیتی و دفاعی مورد استفاده قرار



می‌تواند به حفظ برتری علمی و دفاعی کشور در مواجهه با تهدیدهای داخلی و خارجی کمک کند.

در سند مزبور تأکید ویژه‌ای بر نقش و تأثیر علم بر جامعه شده است، به‌ویژه در زمینه بهبود کیفیت زندگی، ایجاد فرصت‌های اقتصادی، و ارتقای سلامت عمومی. موارد کلیدی بخش تأثیر علم بر جامعه در این سند به‌شرح زیر است:

۱. علم به‌عنوان موتور پیشرفت اجتماعی
ایجاد رفاه عمومی: پیشرفت‌های علمی به تولید محصولات جدید، خدمات بهتر و فناوری‌های نوین منجر می‌شود که بهبود استاندارد زندگی را به دنبال دارد.
افزایش بهره‌وری: نوآوری‌های علمی، فرایندهای تولید را کارآمدتر می‌کند و امکان ارائه محصولات باکیفیت‌تر و ارزان‌تر را فراهم می‌سازد.
کاهش فقر و افزایش فرصت‌ها: علم می‌تواند نابرابری‌ها را کاهش داده و فرصت‌های شغلی جدیدی در صنایع مختلف ایجاد کند.

۲. بهبود سلامت عمومی
کاهش بیماری‌ها و افزایش امید به زندگی: دستاوردهای علمی در حوزه پزشکی، مانند کشف آنتی‌بیوتیک‌ها، واکسن‌ها و روش‌های درمانی نوین، به بهبود سلامت عمومی و افزایش امید به زندگی منجر شده است.
پیشگیری از بیماری‌ها: پژوهش‌های علمی در زمینه بهداشت عمومی و تغذیه به پیشگیری از بیماری‌های مزمن و کاهش هزینه‌های درمانی کمک می‌کند.

۳. ایجاد و توسعه صنایع جدید و اشتغال‌زایی
صنایع مبتنی بر علم: مناسی رشته‌هایی مانند فناوری اطلاعات، زیست‌فناوری، انرژی‌های تجدیدپذیر و هوش مصنوعی، مستقیم یا غیرمستقیم، پژوهش‌های علمی پایه است.

ایجاد فرصت‌های شغلی: پیشرفت‌های علمی به ایجاد صنایع جدید و مشاغل مرتبط با فناوری‌های نوین کمک و اقتصاد را متنوع‌تر کرده است.

زیردریایی و ابزارهای پیشرفته رمزنگاری نقش حیاتی ایفا کردند.

آمادگی بهتر در آینده: مستند به تجربه جنگ، کشورها نمی‌توانند برای توسعه فناوری‌های دفاعی تنها به زمان جنگ متکی باشند. برنامه‌ریزی و سرمایه‌گذاری در زمان صلح ضروری است.

۵. مقابله با تهدیدهای آینده
توسعه فناوری‌های پیشرفته: پیشرفت در حوزه‌هایی مانند هوش مصنوعی، مهندسی مواد و رمزنگاری می‌تواند برای مقابله با تهدیدات نوظهور مانند جنگ‌های سایبری و تسلیحات پیشرفته حیاتی باشد.

آمادگی برای جنگ‌های تمام‌عیار: جنگ‌های مدرن نیازمند بسیج همه بخش‌های جامعه از جمله دانشمندان و مهندسان، است؛ بنابراین، دولت‌ها باید نظام‌هایی برای بسیج استعدادهای علمی در مواقع اضطراری داشته باشند.

۶. ضرورت حمایت دولت از پژوهش‌های نظامی
هزینه‌های بالا و نیاز به محرمانگی: بسیاری از پژوهش‌های نظامی هزینه‌بر هستند و اهداف تجاری ندارند، بنابراین تنها دولت می‌تواند آنها را پشتیبانی کند.

تضمین امنیت از طریق علم: دانش علمی نه تنها در توسعه تجهیزات نظامی مؤثر است، بلکه در تدوین سیاست‌های راهبردی و پیش‌بینی تهدیدهای آینده نیز نقش کلیدی دارد.

۷. برنامه‌های پیشنهادی برای آینده
ایجاد یک برنامه دائمی پژوهش‌هایی برای نیروهای نظامی، با همکاری دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی، ارائه بورسیه‌ها و فرصت‌های آموزشی برای متخصصان نظامی و دانشمندان غیرنظامی، توسعه فناوری‌های دوگانه (کاربرد نظامی و غیرنظامی) برای افزایش بهره‌وری از پژوهش‌های علمی.

بخش امنیت ملی و علم تأکید می‌کند که برای تضمین امنیت کشور، سرمایه‌گذاری در پژوهش‌های علمی و همکاری نزدیک میان دولت، ارتش و دانشگاه‌ها ضروری است. همچنین پیشنهاد شده است که یک نهاد مستقل برای نظارت و مدیریت این پژوهش‌های ایجاد شود. این اقدامات



تأمین منابع مالی پایدار: حمایت مالی از پژوهش‌های علمی برای اطمینان از ادامه پیشرفت‌ها ضروری است. تأثیر علم بر جامعه به‌طور مستقیم در افزایش رفاه عمومی، کاهش نابرابری‌ها و ارتقای آگاهی عمومی مشهود است. علم همچنین به جامعه ابزارهایی برای مقابله با چالش‌های پیچیده و ایجاد فرصت‌های جدید ارائه می‌دهد. دولت‌ها و نهادهای علمی باید به‌طور مستمر در جهت حمایت از پژوهش‌های علمی و بهره‌برداری از نتایج آنها برای بهبود کیفیت زندگی بشر تلاش کنند.

به‌علاوه، در سند علم، مرز بی‌انتها، تأکید ویژه‌ای بر اهمیت و نقش **دولت در حمایت از علم** شده است. بر اساس این سند، علم به شرح زیر نقش کلیدی در توسعه جامعه داشته و دولت موظف است که از توسعه آن در جامعه حمایت عمیق و پایداری داشته باشد:

۱. اهمیت علم برای جامعه

پیشرفت انسانی و رفاه عمومی: علم پایه و اساس نوآوری‌ها و پیشرفت‌های بشری است و باعث بهبود کیفیت زندگی، افزایش امید به زندگی، و توسعه رفاه عمومی می‌شود.

نقش محوری در اقتصاد: علم منجر به ایجاد صنایع جدید، افزایش بهره‌وری، و ایجاد مشاغل باکیفیت بالا می‌شود. بسیاری از صنایع کلیدی، مانند فناوری اطلاعات، زیست‌فناوری و انرژی‌های تجدیدپذیر، بر پایه پیشرفت‌های علمی شکل گرفته‌اند.

امنیت و سلامت عمومی: علم در مواجهه با تهدیدهای جهانی نظیر بیماری‌های همه‌گیر یا تغییرات اقلیمی نقش تعیین‌کننده‌ای دارد.

۲. دلایل ضرورت حمایت دولت‌ها از علم

نیاز به سرمایه‌گذاری بلندمدت: پژوهش‌های علمی، به‌ویژه پژوهش‌های پایه، اغلب نتایج ملموسی در کوتاه‌مدت ندارند و نیازمند حمایت مالی بلندمدت هستند.

پرهزینه‌گی پژوهش‌های علمی: بسیاری از پروژه‌های علمی، به‌ویژه در حوزه‌های پیچیده نظیر فیزیک ذرات، زیست‌فناوری و هوافضا، هزینه‌های بالایی خارج از توان بخش غیر دولتی دارند.

۴. تأثیر بر آموزش و آگاهی عمومی
بهبود آموزش: علم ابزارهایی برای آموزش بهتر فراهم می‌کند؛ از فناوری‌های آموزشی گرفته تا روش‌های نوین یاددهی-یادگیری.

ارتقای آگاهی‌های اجتماعی: آگاهی عمومی از مسائل علمی نظیر تغییرات اقلیمی یا بیماری‌های همه‌گیر، به تصمیم‌گیری‌های بهتر در سطح فردی و جمعی کمک می‌کند.

۵. حفاظت از محیط زیست
مدیریت منابع طبیعی: علم به‌واسطه فناوری‌های نوظهور برای مدیریت منابع آب، انرژی و مواد معدنی، به حفاظت از محیط‌زیست کمک می‌کند.
مبارزه با تغییرات اقلیمی: پژوهش‌های علمی نقش مهمی در درک علل تغییرات اقلیمی و خلق راهکارهایی برای کاهش آثار آنها دارد.

۶. تأثیر بر سیاست‌گذاری
پشتیبانی علمی از تصمیم‌گیری‌ها: سیاست‌گذاران با تکیه بر داده‌ها و تحلیل‌های علمی می‌توانند تصمیمات آگاهانه‌تری برای رفاه عمومی اتخاذ نمایند.
پیش‌بینی و مقابله با چالش‌ها: علم به دولت‌ها کمک می‌کند تا خطرات احتمالی مانند بحران‌های بهداشتی یا اقتصادی را پیش‌بینی و مدیریت کنند.

۷. علم به‌مثابه یک سرمایه اجتماعی
ایجاد اعتماد عمومی: علم با خلق و بسط راه‌حل‌های عملی برای مسائل جامعه، اعتماد عمومی به دولت‌ها و نهادها را افزایش می‌دهد.

تقویت همبستگی جهانی: همکاری‌های علمی بین‌المللی در حل مسائل جهانی مانند بیماری‌های همه‌گیر و تغییرات اقلیمی، همبستگی و تفاهم میان ملت‌ها را تقویت می‌کند.

۸. چالش‌ها و نیازها
دسترسی برابر به منافع علمی: باید تضمین شود که دستاوردهای علمی به همه اقشار جامعه، به‌ویژه گروه‌های محروم، برسد.



مدیریت بحران‌ها: پژوهش‌های علمی زیر حمایت دولت می‌تواند به مدیریت بحران‌های ملی مانند بیماری‌های همه‌گیر یا بلایای طبیعی کمک کند.

۵. نمونه‌های موفق حمایت دولتی از علم

کشاورزی: دولت ایالات متحده با حمایت از پژوهش‌های درکالجهای کشاورزی، به بهبود تولید محصولات زراعی و افزایش بهره‌وری کشاورزی کمک کرده است.

پزشکی: سرمایه‌گذاری دولت در پژوهش‌های پزشکی، منجر به کشف واکسن‌ها و درمان‌های مؤثر برای بیماری‌های خطرناک شده است.

فضا و هوافضا: برنامه‌های دولتی مانند ناسا نشان می‌دهد که چگونه سرمایه‌گذاری‌های دولتی در حوزه‌های پیشرفته، به توسعه فناوری‌هایی منجر شده و بر زندگی روزمره نیز تأثیر می‌گذارند.

در پایان سند علم؛ مرز بی‌انتها پیشنهادهای عملیاتی و اجرایی به دولت ایالات متحده شده است:

ایجاد یک نهاد علمی ملی: یکی از توصیه‌های مهم تأسیس بنیاد ملی علم مستقل است. وظیفه اصلی این نهاد، حمایت مالی از پژوهش‌های پایه، آموزش علمی، و هماهنگی تلاش‌های علمی در سطح ملی است. این بنیاد باید با بودجه پایدار و آزادی عمل در تعیین اولویت‌های پژوهش‌هایی عمل کند.

تخصیص بودجه پایدار: پیشنهاد شده است که بودجه مشخص و بلندمدتی برای پژوهش‌های علمی در نظر گرفته شود تا از قطعیت در پیشبرد پروژه‌های علمی اطمینان حاصل شود.

همکاری بین‌المللی: باید از تبادل دانش و همکاری با سایر کشورها برای حل چالش‌های جهانی حمایت شود.

از منظر طراحان سند علم؛ مرز بی‌انتها علم یک ابزار اساسی برای توسعه اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی است. دولت با حمایت از پژوهش‌های علمی، می‌تواند در ایجاد جامعه پیشرفته‌تر، رقابت‌پذیرتر و امن‌تر سهم و نقش ایفا کند. علاوه بر تأمین مالی و زیرساخت‌ها، دولت باید با سیاست‌گذاری صحیح و تضمین آزادی‌های علمی، مسیر شکوفایی استعدادها و ایده‌های خلاق را هموار کند.

مزایای عمومی علم: دستاوردهای علمی معمولاً برای عموم جامعه مفید هستند (نظیر واکسن‌ها یا فناوری‌های ارتباطی)، اما بخش غیر دولتی ممکن است به دلیل سود مستقیم از آنها حمایت نکند.

۳. نقش دولت در حمایت از علم

الف) تأمین مالی و پشتیبانی زیرساختی

دولت باید با تخصیص بودجه کافی برای پژوهش‌های پایه و کاربردی، از تولید دانش جدید حمایت کند.

ایجاد زیرساخت‌های پژوهش‌های پیشرفته (مانند آزمایشگاه‌های ملی و مراکز پژوهشی) به پژوهشگران امکان می‌دهد در محیطی مناسب فعالیت نمایند.

ب) سیاست‌گذاری علمی

دولت باید سیاست‌های جامعی برای هدایت پژوهش‌های علمی تدوین کند که شامل حمایت از حوزه‌های اولویت‌دار و هماهنگی بین بخش‌های مختلف علمی باشد.

ایجاد نهادهای مستقل برای مدیریت و نظارت بر پژوهش‌های علمی ضروری است.

ج) حمایت از آموزش و تربیت دانشمندان

دولت باید از طریق ارائه بورسیه‌ها، حمایت از دانشگاه‌ها، و ایجاد فرصت‌های آموزشی، نیروی انسانی علمی را تقویت کند.

تربیت دانشمندان برجسته برای توسعه جامعه علمی و حل مسائل پیچیده ضروری است.

د) تضمین آزادی‌های علمی

آزادی در پژوهش و جستجوی دانش، شرط اساسی برای پیشرفت علمی است. دولت‌ها باید از هرگونه مداخله‌ای که به محدودیت پژوهش‌های علمی منجر شود، اجتناب نمایند.

۴. تأثیر حمایت‌های دولت بر پیشرفت‌های علمی

ایجاد نوآوری‌های بنیادی: حمایت دولت از پژوهش‌های پایه می‌تواند به کشف‌های علمی بزرگی منجر شود که به صنایع جدید و فناوری‌های نوین تبدیل می‌شوند.

ارتقای رقابت‌پذیری ملی: کشورهایی که سرمایه‌گذاری بیشتری در علم و فناوری می‌کنند، در عرصه‌های جهانی رقابت‌پذیرتر هستند.



۳- روش پژوهش

این پژوهش، با روش تحلیل محتوای کیفی گزارش نهایی همایش ملی بررسی و واکاوی سند علم؛ مرز بی‌انتهای (Olson, 2021) انجام شده است (Krippendorff, 1980). فرهنگستان ملی علوم ایالات متحده با همکاری بنیاد کاولی و بنیاد اسلوان در فوریه ۲۰۲۰ همایشی در قالب پنج نشست تخصصی با مشارکت بیش از ۳۰۰ رهبر و مدیر ارشد علمی و تجاری و خیر برای بررسی وضعیت موجود و ترسیم آینده نهاد علم برگزار کرده است. هدف و پرسش اصلی این همایش، واکاوی این مسئله بوده است که آیا سیاست‌ها و معماری پژوهشی مدرن حاکم بر ایالات متحده برای مواجهه با چالش‌های اکنون و پیش‌رو، نیازمند بازسازی و بازنگری است یا نه؟

۴- یافته‌های پژوهش: واکاوی سند سیاست علم؛ مرز بی‌انتهای

سند سیاست علم؛ مرز بی‌انتهای پس از گذشت هشت دهه در ۲۰۲۰ با مشارکت رهبران علمی، صاحب‌نظران و مدیران ارشد علمی و اجرایی ایالات متحده مورد واکاوی قرار گرفته و با استناد به نتایج این همایش، سیاست‌های ملی این کشور در حوزه علم و نوآوری برای ۷۵ سال آینده بازتنظیم شده است (Olson, 2020). در این مقاله، مستند به نتایج نشست‌های همایش واکاوی سند علم؛ مرز بی‌انتهای «پنج‌جاء گزاره سیاستی»^۱ به‌عنوان گزاره‌های سیاستی مهم برای سیاست‌گذاری بلندمدت علم و ارتقای زیست‌بوم نوآوری در دهه‌های آینده، گلچین و برجسته شده است (Young and Quinn, 2002).

۱. سیاست‌گذاری علم فراتر از مرزهای صرف خود علم شامل همه دانشمندان و پژوهشگران، جامعه، عموم مردم، صنعت، ملت، دولت، کشور و جهان است.
۲. فراهم‌سازی زمینه رشد و توسعه علم، دانشمندان و پژوهش‌ها در نهایت منجر به شکوفایی و بالندگی جامعه می‌شود.

۳. لازمه حکمرانی پیروزمند، سیاست‌های علمی موفق است تا در نهایت منجر به رشد و پیشرفت همه‌جانبه جامعه شود.
۴. علم نباید صرفاً به یک مسئله کاربردی و رفع نیازهای عینی عموماً کوتاه‌مدت و زودبازده، معطوف شود.
۵. بنیان اخلاقی علم به‌جای انسان‌دوستی، به سمت علم و قدرت مطلق رفته است.
۶. به‌جای تأکید بر علم مطلق، حضور مردم و نیازهای آنها باید بخش مهمی از سیاست‌های علمی باشد.
۷. اکنون در مقایسه با هشت دهه گذشته، نیاز بیشتری به ایده‌های جدید منبعث از پژوهش‌های علمی و نیز جوانان آموزش‌دیده از هر نگاه و تخصصی وجود دارد.
۸. افزایش قابل توجه سرمایه‌گذاری ملت و دولت در حوزه پژوهش یک ضرورت حیاتی است.
۹. نیاز به آموزش نسل جدیدی از دانشمندان و شهروندانی که برای جهان بسیار متفاوت پیش‌رو، مهیا باشند حاد و جدی است.
۱۰. تمرکز ثروت، بهداشت، آموزش و فرصت در بخش نسبتاً کوچکی از جامعه، تهدیدی برای فروپاشی حمایت از سیستم نوآوری است که اگر به‌درستی به‌کار گرفته شود می‌تواند در سطح گسترده حاوی منافع برای همه باشد.
۱۱. نهاد دانشگاه باید بازتاب‌دهنده تنوع نژادی، قومی، اجتماعی- اقتصادی و فکری کل جامعه شامل دانشجویان و اعضای هیأت علمی باشد.
۱۲. نهاد پژوهش مدرن به‌مراتب بزرگ‌تر، مشارکتی‌تر، چندرشته‌ای‌تر، جهانی‌تر و بین‌المللی‌تر از چند دهه گذشته شده و خواهد شد.
۱۳. امروزه پژوهش به‌طور مستمر، دانش و ابزارهای علوم زیستی، علم فیزیک، مهندسی و سایر رشته‌های علم را در قالب «هم‌گرایی علوم» تجمیع و یکپارچه می‌کند.
۱۴. پژوهشگران امروز باید یادگیرندگان منعطفی باشند که قادر به همکاری و اشتراک‌گذاری دانش و تخصص خود، فراتر از مرزهای رشته‌ای و ملی هستند.
۱۵. اجتماعات پژوهشی نیازمند تنوع بسیار بیشتری از نظر جذب طیف وسیع‌تر و تعداد افراد بیشتر در حوزه علم و افزایش شدید خلاقیت علمی هستند.

1. Policy Statements



۲۸. مهاجرت برای نظام آموزش عالی ایالات متحده به‌مثابه یک کل، «نوعی اکسیژن است و هر موج مهاجرت، بدنه آمریکا را به‌مثابه یک کل، شاداب‌تر می‌کند». بستن درهای کشور به روی استعدادهای جدید عواقب بلندمدت وحشت‌ناکی برای نهاد علم دارد.

۲۹. مسئولیت حمایت از پژوهش‌های هدفمند قطعاً برعهده دولت است. هیچ نهاد، شرکت، دانشگاه، بنیاد یا خیری نمی‌تواند مسئولیت تأمین مالی پایدار در مقیاس وسیع همراه با شکیبایی و تعهد لازم را برای خلق دانش نوین مورد نیاز جامعه را بپذیرد.

۳۰. شیوه‌های نوین تسهیل و تسریع انتقال فناوری از آزمایشگاه‌ها به بازار، یک نیاز مهم در زیست‌بوم ملی نوآوری است.

۳۱. باید در سیاست‌گذاری‌های علم، بلندمدت فکر شود و راهبرد رقابتی جدید باید از دوره کاری چند مجلس و دولت فراتر رود؛ در قالب یک ملت باید دور هم جمع شد و رویکرد کل ملت را به‌جای رویکرد کل دولت به‌کار بست.

۳۲. به تنوع بیشتر در افرادی که در حوزه علوم مشغولند، نیاز است. اجتماع متنوع دانشمندان باید از «پایین به بالا و از بالا به پایین» ساخته شود.

۳۳. نگاه به علم به‌مثابه نهادی جهانی، تعارضی با نگاه به علم به‌عنوان منبع امتیاز ملی ندارد؛ دانش جهانی، اما تبعات آن محلی است.

۳۴. اگر به‌سرعت سازگاری ایجاد نشود شاید آینده کشور به اندازه ممکن پُر بار نباشد.

۳۵. هرچند عموم انسان‌ها از تغییر بیزارند و ایجاد تغییرات فرهنگی دشوار است، اما آدمی به مشوق‌ها پاسخ مثبت می‌دهد.

۳۶. شهروندان به‌ویژه جوامع حاشیه‌ای احساس می‌کنند که نیازها و اولویت‌های آنها مد نظر قرار نمی‌گیرد و ماحصل این وضعیت، بی‌تفاوتی و بی‌اعتمادی فزاینده است. تنش ایجادشده میان علم و جامعه، اعتماد به علم و کارهای دانشمندان را از بین می‌برد. نیاز به ارتباط و جلب مشارکت بهتر عموم مردم ضروری است.

۱۶. پژوهشگران امروزی باید در برقراری ارتباط با سایر پژوهشگران و افراد عادی، مسلط و ماهر باشند.

۱۷. راززدایی از علم از طریق ارتباط علمی بهتر با مخاطبان عادی می‌تواند به افزایش حمایت از پژوهش در عین خلق نخبه‌های آگاه‌تر کمک کند.

۱۸. همکاری و مشارکت دولت - دانشگاه، دستاوردهای بزرگی داشته است، اما تغییر این رابطه می‌تواند موفقیت‌های بیشتری را به ارمغان آورد.

۱۹. مطالبه امروز از علم این است که به حل مسائل جدید و دیرپایی نظیر همه‌گیری‌های جهانی، بیماری‌های مزمن، نابرابری‌های اجتماعی، نژادپرستی سیستماتیک، امنیت سایبری، قطبی‌شدن اجتماعی به‌دلیل تغییر اقلیم و مهاجرت‌های انبوه که برخی از آنها با کمک موفقیت‌های علم ایجاد شده‌اند، یاری رساند.

۲۰. کشوری که برای کسب دانش علمی پایه به دیگران وابسته باشد، با گُندی پیشرفت صنعتی و تضعیف جایگاه رقابتی مواجه خواهد شد.

۲۱. پژوهش‌های پایه نباید صرفاً اولویتی در کنار سایر اولویت‌های ملی باشد؛ پژوهش‌های پایه، عامل هدایت‌گر پیشرفت و زیربنای سایر اولویت‌ها است.

۲۲. رقابت جهانی شدیدی به‌ویژه در فناوری‌های پیشرفته با اهمیت آغاز شده است.

۲۳. ظهور اقتصاد دیجیتال (و کلیت تحول دیجیتال) گسست شدیدی در نیروی کار ایجاد کرده و خواهد کرد.

۲۴. جهان زیر فشار مهیبی برای درک، پیش‌بینی و کاهش و سازگاری با تغییر اقلیم قرار گرفته است.

۲۵. به پیشرفت سریع در حوزه آموزش سرمایه انسانی و آموزش به حداکثر افراد ممکن که حضور کمتری در تحصیلات «علم، فناوری، مهندسی و ریاضیات» دارند، نیاز است.

۲۶. دانشجویان باید عمیقاً درباره اصول اخلاقی و ارزش‌های فرهنگی در حوزه علم و فناوری، تعلیم داده شوند.

۲۷. رشته‌های علوم پایه، فناوری، مهندسی و ریاضیات یکی از مطمئن‌ترین عوامل ترقی طبقه متوسط بوده‌اند و این «بالابرها» باید همچنان برای جوانان، زنان و اقلیت‌ها فعال باشند.



۴۸. پژوهشگران دانشگاهی تلاش کرده‌اند که مردم را به برج عاج خود بکشاند در شرایطی که لازم است تا خود از برج عاج بیرون آیند و با اجتماعات درآمیزند.

۴۹. دانشجویان رشته‌های علوم پایه، فناوری، مهندسی و ریاضیات باید روی مسائلی کار کنند که در نقطه تلاقی علم و جامعه قرار دارد؛ هیچ پاسخی در صفحات کتاب‌ها برای مسائل اجتماعی وجود ندارد؛ مسئله‌های اجتماعی، یک تکلیف خانگی نیست، بلکه مسأله‌ای در جهان واقعی است.

۵۰. نظام پاداش دانشمندان، پژوهشگران و اعضای هیأت علمی باید از تمرکز بر پژوهش‌های فردی به فعالیت‌های تیمی و میان‌رشته‌ای، کار با اجتماعات، ارتباط با سایر دانشمندان و عموم مردم، حل مسائل جامعه، صنعت، ملت، دولت و جهان، تغییر کند.

مستند به گزارش نشست‌های تخصصی پنج‌گانه همایش ملی سند علم؛ مرز بی‌انتها سیاست‌گذاری برای علم فراتر از مرزهای صرف خود علم را دنبال می‌کند. همچنین، فراهم کردن رشد و توسعه علم، دانشمندان و پژوهش‌های آنها در نهایت همراه با بالندگی جامعه است. به علاوه، حکمرانی موفق مستلزم سیاست‌های علمی پیروزمند است تا در نهایت بتوان شاهد رشد و پیشرفت همه‌جانبه جامعه بود. علم نباید خیلی زود هنگام معطوف به یک مسئله کاربردی و رفع نیازهای عینی تعریف و به کار بست عینی عموماً کوتاه‌مدت و زودبازده تقلیل داده شود.

درک جامع از نهاد علم و اجتماعات علمی می‌تواند زمینه‌های رشد و بالندگی علوم را فراهم کرده و به طور غیرمستقیم با رشد پژوهش‌های بنیادی در علم هم‌زمان باشد و به تبع آن، نیازهای کاربردی توسعه و پیشرفت ملی را نیز به واسطه علم و محصولات و پیامدهای آن مرتفع کند.

گزارش وانوار بوش توصیه می‌کند که دولت حمایت خود را از پژوهش‌های علمی پایه که اغلب در دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی انجام می‌شود را به شدت افزایش دهد. موفقیت قرارداد اجتماعی جدیدی که وانوار بوش ایجاد کرد موجب تحول آموزش عالی، صنعت، دولت و اقتصاد شد. این قرارداد، پیشران قدرتمند نوآوری در آمریکای پس از جنگ دوم بود و موجب تربیت افراد ماهری شد که شالوده ده‌ها سال ثروت، سلامت، رهبری ژئوپلیتیک این کشور را پیریزی کرد. اکنون

۳۷. نیاز به سیاست‌های علم و فناوری پیچیده‌ای است؛ می‌توان از بدنه قدرتمند دانش و تخصص انباشته‌شده در چند دهه گذشته بهره گرفت.

۳۸. باید در علم، مرکزیت و محوریت را به جامعه داد؛ هنگامی که مرکزیت به جامعه داده می‌شود، مسئله به مسئله متفاوتی تبدیل می‌شود.

۳۹. همه افراد باید در دستیابی به اولویت‌های خود از طریق علم و فناوری عاملیت بیشتری پیدا کنند و مردم بیشتری در نوآوری و ایجاد فرصت کارآمد، مشارکت داشته باشند.

۴۰. منابع مالی حمایتی دولت، بخش خصوصی و خیران، با همدیگر، پژوهش و آموزش عالی را به عنوان «قدرت فرهنگی کشور» ایجاد و تقویت می‌کنند.

۴۱. در تأمین مالی آموزش و پژوهش، خیریه‌ها و نهادهای خیریه برای حمایت از علم به دلایل بُرداری آنها در دستیابی به نتایج مطلوب، کمک به توسعه میان‌رشته‌ای‌ها و کمک مؤثر به تغییر فرهنگی، مورد تأکیدند.

۴۲. علم، یک بازی با حاصل جمع صفر نیست؛ کشور (ایالات متحده) از علم با کیفیتی که پژوهشگران خارجی در این کشور و یا در سایر کشورها خلق کرده‌اند، منتفع شده است.

۴۳. هر اندازه در بومی‌گزینی استاد، پژوهشگر و دانشجو افراط شود، به همان اندازه ظرفیت جذب بهترین استعدادها از داخل و خارج و نهایتاً نهاد ملی علم، آسیب می‌بیند.

۴۴. چهار دارایی مرتبط شامل سرمایه دانش، سرمایه انسانی، سرمایه مالی و زیست‌بوم نوآوری گسترده‌تر، از از نوآوری کشور (ایالات متحده) پشتیبانی می‌کنند.

۴۵. عواید اجتماعی علم بسیار زیاد است؛ علم همچنان سرمایه‌گذاری بی‌نهایت خوبی برای دولت از نظر عواید مالی و اشتغال مولد محسوب می‌شود؛ مشاغل خوب در درون نهاد علم و حواشی علم و فناوری شکل می‌گیرد و تداوم می‌یابد.

۴۶. اگر دولت در پژوهش بنیادی، پایه و کنجکاو محور سرمایه‌گذاری و هزینه نکند، آنگاه بذری کافی برای نوآوری خلق نخواهد شد؛ جایگزینی برای سرمایه‌گذاری دولت در این گونه پژوهش‌ها وجود ندارد.

۴۷. فناوری‌های مستخرج از پیشرفت‌های علمی، تبعات ناخواسته‌ای در پی داشته و موجب افت اعتماد مردم به دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی شده است.

مخاطبان عادی می‌تواند به افزایش حمایت از پژوهش در عین خلق نخبه‌های آگاه‌تر کمک کند. در روزگاری که تخصص، کم‌بینه شده و اطلاعات نادرست به آسانی تکثیر می‌شود باید کل نهاد علم با این نیاز مواجه شود.

تاکنون همکاری‌ها و مشارکت دولت-دانشگاه، دستاوردهای بزرگی داشته است، اما تغییر این رابطه می‌تواند منجر به موفقیت‌های بیشتری شود. دوره‌های تغییر بزرگ، می‌توانند فرصت‌هایی به همین اندازه بزرگ پدیدآورند. سند علم؛ مرز بی‌انتهای نشان داد که تحلیل دقیق و تفکر آینده‌نگرانه می‌تواند کشورها را به جهت‌های از قبل پیش‌بینی نشده سوق دهد که به نفع مردم همه کشور و حتی سایر نقاط جهان است. اگر به‌دقت به چگونگی کاربرد درس‌های گذشته تمرکز و درباره چالش‌های کنونی و آینده اندیشه شود، می‌توان جهان قوی‌تر و تاب‌آورتری در سال‌های آینده بنا کرد.

الگوی علم؛ مرز بی‌انتهای رابطه اساسی پس از جنگ بین دولت و پژوهش علمی را خلق کرد. ۷۵ سال پس از انتشار گزارش بوش، پژوهش علمی پایه، سهمی چشمگیر در قدرت اقتصادی آمریکا داشته و پیشرفت‌های پزشکی قابل توجهی را پدید آورده است. این پیشرفت‌ها آمار مرگ انسان‌ها و معلولیت را به‌میزان قابل توجهی کاهش داده و به فناوری‌هایی منجر شده است که زندگی روزمره را متحول کرده‌اند و شناخت چشم‌گیر و جدیدی از جهان و کیهان ارمغان آورده‌اند. حمایت دولتی از پژوهشگران، دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی و پژوهشی همچنان در نقطه کانونی نهاد پژوهش آمریکا باقی مانده است، اما علم و جامعه‌ای که به آن خدمت می‌کند طی ۷۵ سال گذشته شدیداً تغییر کرده و همچنان با شتاب زیادی در حال تغییر و تحول است. نهاد پژوهش، بسیار بزرگ‌تر، جهانی‌تر و میان‌رشته‌ای‌تر شده است و متکی بر تأسیسات بزرگ و مرتبط با سایر بخش‌های اجتماعی از جمله بخش زیادی از اقتصاد بخش خصوصی و صنعت، ارتش و بخش غیرانتفاعی است. مشکلات جدید و دیرپایی نظیر همه‌گیری‌های جهانی، بیماری‌های مزمن، نابرابری‌های اجتماعی، نژادپرستی سیستماتیک، امنیت سایبری، قطبی‌شدن اجتماعی به دلیل تغییر اقلیم و مهاجرت‌های انبوه پدید آمده‌اند. مطالبه از علم این است که

در مقایسه با ۷۵ سال پیش، نیاز بیشتری به ایده‌های جدید منبعث از پژوهش‌های علمی و نیز جوانان آموزش‌دیده از هر نگاه و تخصصی وجود دارد.

فرایند، نتایج و پیامدهای جنگ جهانی دوم نشان داد که علم در حال تبدیل‌شدن به مهم‌ترین نیروی هدایت‌گر تغییر فناوریانه اقتصادی و اجتماعی است. دولت وقت ایالات متحده با مشارکت در علم نه تنها توانست به علائق خود در حوزه‌های دفاع و اقتصاد دست یابد، بلکه علائق و دغدغه‌های خود درباره جامعه به‌مثابه یک «کل» را نیز برآورده کرد. امروزه می‌توان استدلال‌های قوی را برای افزایش قابل‌توجه سرمایه‌گذاری در پژوهش ارائه کرد. نیاز به آموزش نسل جدیدی از دانشمندان و شهروندانی که برای جهان بسیار متفاوت پیشروی، مهیا باشند نیز به همان اندازه شدید و قوی است. تمرکز ثروت، بهداشت، آموزش و فرصت در بخش نسبتاً کوچکی از جامعه، تهدیدی برای فروپاشی حمایت از نظام ملی نوآوری است که اگر به‌درستی به کار گرفته شود می‌تواند واجد منافع زیادی در سطح گسترده باشد.

دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی ملزم‌اند بازتاب‌دهنده تنوع نژادی، قومی، اجتماعی-اقتصادی و فکری کل کشور از منظر دانشجویان و اعضای هیئت علمی باشند. نهاد پژوهش مدرن به‌مراتب بزرگ‌تر، مشارکتی‌تر، چندرشته‌ای‌تر، جهانی‌تر و بین‌المللی‌تر از سال‌های ۱۹۴۵ شده است. امروزه پژوهش هر روز بیش از گذشته، دانش و ابزارهای علوم زیستی، علم فیزیک، مهندسی و سایر رشته‌های علم را در قالب «هم‌گرایی علوم»^۱ تجمیع و یکپارچه می‌کند. پژوهشگران امروز باید فراگیران انعطاف‌پذیری باشند که قادر به همکاری و اشتراک‌گذاری دانش و تخصص متناسب، فراتر از مرزهای رشته‌ای و ملی باشند. اجتماعات پژوهشی، نیازمند تنوع بسیار بیشتری هم از نظر جذب طیف وسیع‌تر و تعداد بیشتری از افراد در علم و هم افزایش شدید خلاقیت علمی است. پژوهشگران امروزی باید در برقراری ارتباط، هم با سایر پژوهشگران و هم افراد و شهروندان عادی مسلط و ماهر باشند. راززدایی از علم از طریق ارتباط علمی بهتر با

1. Convergence of sciences

۲. درباره ابعاد و اثرات تعامل نهاد علم و دانشگاه با جامعه و محیط پیرامون، می‌توان به کتاب رضا مهدی مراجعه کرد؛ (مهدی، ۱۳۹۷).

دانش‌آموختگان این دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی کمک خواهند کرد که آمریکا همچنان در افق پیش‌روی نیز قوی باقی بماند.

بنیاد ملی علم همچنان موتور پیشرانی برای اکتشافاتی است که انرژی لازم را برای اقتصاد تأمین می‌کنند و از دفاع ملی حمایت کرده و سرچشمه‌ای از نوآوری و کارآفرینی است که مسیر زندگی روزمره مردم را بهبود می‌بخشد. ایالات متحده از موتور پیشران تحقیق و توسعه^۱ فوق‌العاده‌ای برخوردار است که در جهان بی‌نظیر است. دولت سالانه ۱۵۰ میلیارد دلار (حدود ۲۷ درصد) و صنعت خصوصی نیز سالانه ۴۰۰ میلیارد دلار (حدود ۷۳ درصد) در حوزه تحقیق و توسعه هزینه می‌کنند. با این وجود، سهم آمریکا از هزینه تحقیق و توسعه جهانی از حدود ۴۰ درصد در سال ۲۰۰۰ به حدود ۲۸ درصد در سال ۲۰۱۷ کاهش یافته و در این مدت، سهم چین از حدود ۵ درصد به بیش از ۲۵ درصد ارتقا یافته است. به‌منظور اطلاع بیشتر، در جدول ۱ سهم برخی کشورهای قدرتمند در تحقیق و توسعه و در جدول ۲ نسبت هزینه‌های تحقیق و توسعه از درآمد ناخالص ملی^۲ چند کشور آورده شده است. براساس این جداول، میزان سرمایه‌گذاری ایران در علم و آموزش عالی بسیار ناچیز بوده و نیازمند افزایش دست‌کم «۲٫۵ برابری» در مقایسه با متوسط نسبت جهانی و رتبه ایران در میزان تولید علم (چاپ مقاله) در جهان است.

به حل چنین مشکلات و مسائلی که برخی از آنها ماحصل و پیامد موفقیت‌های علم بوده‌اند، یاری رساند.

سند علم؛ مرز بی‌انتها نیروی راهنما برای حمایت دولت از نوآوری و پژوهش پایه بود که نهایتاً به چند دهه ثروت، سلامت و امنیت ملی برای ایالات متحده انجامیده است. مشارکت میان دولت و علم به آمریکا کمک کرد تا رهبری جهانی فناوری، مهندسی و پزشکی را از آن خود کند. ماحصل این وضعیت نیز یک نظام علم و فناوری روزبه‌روز جهانی‌تر، مشارکتی‌تر، میان‌رشته‌ای‌تر بود که اکنون حتی به نیروی بزرگ‌تری برای رشد اقتصادی و تغییر اجتماعی نسبت به سال‌های آغازین پساجنگ تبدیل شده است.

رهبران حاضر در همایش بررسی سند علم؛ مرز بی‌انتها تأکید می‌کنند کشوری که برای کسب دانش علمی پایه به دیگران وابسته باشد، فارغ از مهارت‌های مکانیکی خود، با کندی پیشرفت صنعتی و تضعیف جایگاه رقابتی مواجه خواهد شد. پژوهش پایه نباید صرفاً اولویتی در کنار سایر اولویت‌های ملی تعریف و حمایت شود. پژوهش پایه، عامل هدایتگر پیشرفت و زیربنای سایر اولویت‌های ملی است. یکی از مهم‌ترین میراث‌های سند علم؛ مرز بی‌انتها، نوعی نظام آموزش عالی بوده که در جهان بی‌نظیر تعریف می‌شود. دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی ایالات متحده جهشی از حیث اندازه، تعداد و تنوع دانشجویان به دلیل تأمین مالی دولتی برای آموزش عالی و پژوهش تجربه کرده‌اند.

جدول ۱. سهم بخش‌های مختلف در هزینه تحقیق و توسعه برخی کشورها در سال ۲۰۲۱

کشور	کل هزینه (میلیارد دلار)	سهم دولت (%)	سهم کسب‌وکار (%)	سهم آموزش عالی (%)
چین	۶۶۸	۱۵٫۳	۷۷	۷٫۸
آمریکا	۸۰۶	۸٫۳	۷۷٫۶	۱۰٫۴
اتحادیه اروپا	۴۷۴	۱۱٫۶	۶۵٫۶	۲۲
کره جنوبی	۱۲۰	۹٫۸	۷۹	۹٫۱

منبع: (NSF, 2021)

1. R&D

2. GERD/GDP



جدول ۲. نسبت هزینه‌های تحقیق و توسعه از درآمد ناخالص ملی برخی کشور در سال ۲۰۲۲

چین	آمریکا	ژاپن	کره جنوبی	روسیه	ترکیه	اروپا	ایران	متوسط جهان
۲،۵۶	۳،۵۹	۳،۴۱	۵،۲۱	۰،۹۳	۱،۳۲	۲،۰۲	۰،۷۳	۱،۹۳

منبع: (UNESCO, 2024)

یک «کُل»، «نوعی اکسیژن است و هر موج مهاجرت، بدنه این کشور را به مثابه یک کُل، شاداب‌تر می‌کند». مسدودسازی درهای آمریکا به روی استعدادهای جدید عواقب بلندمدت وحشتناکی برای نهاد علم این کشور دارد. اختراع صنایع آینده، تداوم امنیت ملی و رویارویی با تغییر اقلیم نیازمند سرمایه‌گذاری متمرکز و پایدار در حوزه‌های حیاتی پژوهش است. یکی از رویکردهای پژوهشی نویدبخش، تأسیس «اداره فناوری‌های نوین» در بنیاد ملی علم با تمرکز بر فناوری‌های خطر از طریق همکاری با علوم اجتماعی و انسانی به مثابه بخشی جدایی‌ناپذیر از پژوهش به دلیل تبعات اجتماعی این فناوری‌ها است.

از دید شرکت‌کنندگان در همایش علم؛ مرز بی‌انتها مسئولیت حمایت از پژوهش هدفمند بی‌تردید برعهده دولت است. هیچ نهاد، شرکت، دانشگاه، بنیاد یا خیری نمی‌تواند مسئولیت تأمین مالی پایدار در مقیاس وسیع همراه با شکیبایی و تعهد لازم را برای فراهم کردن دانش نوین مورد نیاز رشد توسعه ملی را در رقابت با سایر کشورها بپذیرد. نیاز حیاتی دیگر، شیوه‌های نوین تسهیل و تسريع انتقال فناوری از آزمایشگاه‌ها به بازار است. درحالی‌که زیست‌بوم نوآوری آمریکا همچنان یکی از بهترین‌ها در جهان است و باید همچنان بهترین باشد، اما آمریکا در انتقال نوآوری‌ها به بازار، سریع‌ترین کشور نیست. این ویژگی تمایزبخش اکنون از آن کشور چین است. در عمل باید نوآوری پرورش داده شود، نوآوری برای بقای جامعه، یک عنصر اساسی است. در ایالات متحده باید بلندمدت بیندیشیم و راهبرد رقابتی جدید باید از دوره کاری چند مجلس و دولت فراتر رود و باید در قالب یک «ملت» دور هم جمع شویم و رویکرد «کل ملت» را به جای رویکرد «کل دولت» بکار گیریم. آموزش و پژوهش باید همچنان قدرتمندانه انجام شود. دانشجویان امروز به فرصت‌هایی برای رؤیاپردازی، نوآوری و رقابت نیاز دارند.

از منظر مشارکت‌کنندگان در همایش بررسی علم؛ مرز بی‌انتها اکتفا به الگویی که در ۷۵ سال قبل در این سند توصیه شده است دیگر کفایت نمی‌کند. رقابت جهانی شدیدی به‌ویژه در فناوری‌های پیشرفته با اهمیت درگرفته است. ظهور اقتصاد دیجیتال، گسست شدیدی در نیروی کار ایجاد کرده و جهان امروز زیر فشار مهیبی برای درک، پیش‌بینی و کاهش و سازگاری با تغییر اقلیم قرار دارد.^۱ نخستین نیاز، نیاز به پیشرفت سریع در حوزه آموزش سرمایه انسانی است. آمریکا باید راه‌هایی برای ارائه آموزش «علم، فناوری، مهندسی و ریاضیات»^۲ به حداکثر افراد ممکن از جمله اقلیت‌های بیابد که حضور کمتری در این نوع تحصیلات دارند. از دوره‌های عمومی (دبیرستان‌ها) تا سطح کارشناسی دانشگاهی باید نسل جدید دانشجویان پرورش داده شود که در حوزه هوش مصنوعی بر دو زبان تسلط داشته باشند. دانشجویان باید عمیقاً درباره اصول اخلاقی و ارزش‌های فرهنگی که مبنای اطلاعاتی فناوری‌های قوی را تشکیل می‌دهند، تعلیم ببینند. کارگران باید مہیای اقتصاد دیجیتال باشند. مشاغل خوب جدید نیازمند تسلط بر مهارت‌های دیجیتال‌اند و انسان‌ها برای تبدیل «شغل» خود به «حرفه» باید از این نوع مهارت‌ها برخوردار باشند. صنعت و نیروی کار باید بپاخیزند و با همکاری یکدیگر سطح دانش کارکنان را ارتقا دهند.

تاکنون رشته‌های «علم، فناوری، مهندسی و ریاضیات» یکی از مطمئن‌ترین عوامل ترقی طبقه متوسط بوده‌اند و این «بالابرها» باید همچنان مشغول کار برای جوانان، زنان و اقلیت‌ها باشند. آمریکا برای پاسخ به تقاضای نیروی کار در حوزه‌های «علم، فناوری، مهندسی و ریاضیات» باید توانایی جذب و حفظ استعدادهای برتر خارج کشور را همچنان حفظ کند. مهاجرت برای نظام آموزش عالی آمریکا به مثابه

۱ درباره الزام و شیوه سازگاری نهاد علم با محیط می‌توان به کتاب‌های محمد یمینی و اسپورن مراجعه کرد؛ (یمینی دوزی سرخابی، ۱۳۸۸، Sporn, 1999).

2. STEM

تنش ایجادشده میان علم و جامعه، اعتماد به علم و کارهای دانشمندان را از بین می‌برد. نیاز به ارتباط و جلب مشارکت بهتر عموم مردم ضروری است. به دانشمندان بیشتری نیاز داریم که علاقه‌مند به این نوع مشارکت باشند و صلاحیت لازم برای انجام آن را داشته باشند. شهروندان احساس می‌کنند که نیازها و اولویتهای آنها مدنظر قرار نمی‌گیرد و ماحصل این وضعیت، بی‌تفاوتی و بی‌اعتمادی فزاینده به علم و پژوهش است. تلاش برای نوآوری باید برای نفع رساندن به جوامع حاشیه‌ای گسترش یابد. جوامع حاشیه‌ای احساس می‌کنند علم آنها را نادیده گرفته است. به سیاست‌های علم و فناوری پیچیده‌ای نیاز داریم و می‌توانیم از بدنه قدرتمند دانش و تخصص که طی ۷۵ سال توسعه داده‌ایم، بهره ببریم. دانشمندان در جامعه‌اند و جامعه در علوم است^۲ و در میان، عملاً مفهومی به نام «میانجی» وجود ندارد. به‌زعم نخبگان حاضر در همایش بررسی علم؛ مرز بی‌انتهای هنگامی که مرکزیت را به جامعه می‌دهیم، مسأله موجود به مسأله متفاوتی تبدیل می‌شود و تلاش می‌کنیم که مسأله جدید را حل کنیم و پس از آن گفتگو تغییر می‌کند. افراد باید در دستیابی به اولویتهای خود از طریق علم و فناوری عاملیت بیشتری پیدا کنند و مردم بیشتری در نوآوری و ایجاد فرصت کارآمد، مشارکت داشته باشند.

رهبران حاضر در همایش علم؛ مرز بی‌انتهای معتقدند منابع حمایتی اعم از منابع دولتی، خصوصی و خیران، در کنار هم علم و آموزش عالی را به‌عنوان «قدرت فرهنگی آمریکا» تقویت کرده‌اند.^۳ تأکید بر خیریه‌ها و سازمان‌های خیریه برای حمایت از علم و پژوهش باید به سه دلیل شامل ۱. بردباری و شکیبایی آنها در دستیابی به نتایج، ۲. کمک به توسعه و گسترش میان‌رشته‌ای‌ها، ۳. کمک به تغییر فرهنگی، انجام شود.^۴ نکته مهم اینکه، علم، یک بازی با حاصل جمع صفر نیست. آمریکا از علم با کیفیتی که

نیاز به تنوع بیشتر در افرادی که در حوزه علوم مشغول هستند، یکی از موضوعات علم؛ مرز بی‌انتهاست. تنوع، توأمان تعداد افراد جذب شده به علم را افزایش می‌دهد و جهشی را در خلاقیت علمی ایجاد می‌کند. جلب مشارکت افرادی که کل جامعه آمریکا و سراسر جهان به علم امکان می‌دهد تا بهترین نتایج در سراسر جهان کسب کنند. اجتماع متنوع دانشمندان باید هم از «پایین‌به‌بالا» و هم از «بالا‌به‌پایین» ساخته شود. اکنون علم مشارکتی‌تر و بین‌المللی‌تر از ۷۵ سال پیش، شده است. علم نیازمند پروژه‌های بزرگ، امکانات بزرگ و تیم‌های بین‌رشته‌ای و عمدتاً بین‌المللی است که داده‌ها را آزادانه به اشتراک بگذارند. دانشمندان باید برای انجام کار علمی تیمی، علم مشارکتی و علم میان‌رشته‌ای بهتر، آموزش ببینند. نگاه به علم به مثابه نهاد جهانی، تعارضی با نگاه به علم به‌عنوان منبع امتیاز ملی ندارد. واقعیت این است که دانش جهانی است، اما تبعات دانش محلی است. آمریکا باید مؤسسات و سازوکارهای چندرشته‌ای بیشتری داشته باشد تا دانشجویان را برای طیف وسیعی از حرفه‌ها آماده کنند. باید دانشجویان بسیار بیشتری با هدف کار با دانشمندان و استخراج دانش از سایر رشته‌ها آموزش ببینند. باید نسل جدید را تعلیم دهیم تا چندملیتی‌تر باشند و باید سیستم‌هایی را مستقر نماییم که بتوانند از علم بین‌المللی حمایت کنند. اگر به سرعت سازگار نشویم شاید آینده ما به اندازه ممکن پُر بار نباشد. ایجاد تغییرات فرهنگی دشوار است، زیرا انسان‌ها از تغییر بیزارند، اما آنها به مشوق‌ها پاسخ می‌دهند. علم هر روز با ارزش‌های انسانی که انسان‌ها آنها را بخشی از هنجارها، باورها و ارزش‌های مرکزی خود می‌دانند، بیشتر تعارض پیدا می‌کند. بنیان اخلاقی نه به سمت انسان‌دوستی، بلکه به سمت قدرت مطلق بیکنی^۱ رفته است (برای اطلاعات بیشتر می‌توان به کتاب جان هنری مراجعه کرد؛ Henry, 2002). سند علم در ۷۵ سال آینده، برخلاف سند بوش (Bush, 1945) که تنها به علم و قدرت مطلق روی داشت، حضور مردم و نیازهای آنها را بخشی از روال علمی و سیاست علمی می‌داند.

1. Francis Bacon

۲. این مفهوم، در کتاب درآمدی بر تفکر پیچیده به‌خوبی تبیین شده است. برای اطلاعات بیشتر می‌توان به آن مراجعه کرد؛ (مورن، ۱۳۹۶)؛ (Morin, 1990). همچنین، گزارش نهایی رساله منیره صالحی اثر مناسبی است؛ (صالحی، ۱۳۹۵).
۳. هندریکسون و همکاران (۲۰۱۳) نیز در کتاب «راهبری و رهبری علمی در آموزش عالی» به نقش آموزش عالی در قدرت آمریکا تأکید کرده‌اند.
۴. برای اطلاعات بیشتر درباره حامیان علم و فناوری می‌توان به کتاب رضا ماحوزی مراجعه کرد؛ (ماحوزی، ۱۴۰۰).



می‌گیرند و در بستر اجتماعی در سراسر جهان قرار گرفته‌اند. هیچ پاسخی در صفحات کتاب‌ها برای مسائل اجتماعی وجود ندارد. این مسائل، یک تکلیف خانگی نیست، بلکه مسئله‌ای در جهان واقعی است. موضوع دیگر اینکه، نظام پاداش دانشمندان و اعضای هیئت‌علمی نهاد علم باید از پژوهش‌های فردی به کارهای تیمی، میان‌رشته‌ای، کار با اجتماعات و نظایر اینها اصلاح و بازنگری شود. روش پاداش گذشته و فعلی، از کارآمدی لازم در رشد و توسعه علم و جامعه برخوردار نیست. باید تمامی جامعه آمریکا از فعالیت‌ها و محصولات نهاد علم و فناوری به هیجان بیایند تا بتوان در علم و فناوری سرآمد بود.

در جمع‌بندی گزارش همایش بررسی سند علم؛ مرز بی‌انتها چهار راهکار نهایی برای رشد و توسعه علم و پژوهش و انتفاع بیشتر جامعه و همه مردم آمریکا از آن ارائه شده است: ۱. ضرورت جذب افراد بیشتر به آموزش و علم، فناوری، مهندسی و ریاضیات، ۲. لزوم همکاری و مشارکت میان علم و عموم مردم و ارتباط دانشمندان با جامعه و مردم (ارتباط دوسویه میان دانشمندان و عموم مردم)، ۳. ضرورت هزینه‌کرد منابع مالی پژوهشی به کارآمدترین نحو و دسترسی به منابع مالی پژوهشی متنوع و ۴. ضرورت فراگیرتر، گسترده‌تر و مشارکتی‌تر شدن علم و دسترسی همه افراد جامعه به آن (در این گزارش منظور از علم، عمدتاً علوم پایه، فناوری، مهندسی و ریاضیات^۱ است).

۵- بحث و نتیجه‌گیری

این مقاله با هدف بهینه‌کوی و استخراج آموزه‌های گزارش نهایی همایش واکاوی سیاست علم؛ مرز بی‌انتها به‌منظور یادگیری مولد از سیاست علم ایالات متحده برای سیاست‌گذاری‌های علم و نوآوری در ایران در افق بلندمدت انجام شده است. سند علم؛ مرز بی‌انتها سیاست بلندمدت ایالات متحده پس از جنگ جهانی دوم در حوزه علم با تمرکز بر علوم پایه، فناوری، مهندسی و ریاضیات است. با توجه به پیشرفت‌های نهاد علم و زیست‌بوم نوآوری ایالات متحده، یادگیری مولد از سیاست علم این کشور می‌تواند در سیاست‌گذاری علم و نوآوری به‌ویژه در علوم پایه، فناوری،

پژوهشگران خارجی در آمریکا و در سایر کشورها تولید کرده‌اند، سود برده است. دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی و پژوهشی باید از اطلاعات حساس خود با قدرت حفاظت کنند و در عین حال، ارزش باز بودن و مشارکت را نادیده نگیرند.

هر اندازه در بومی‌گزینی افراط شود، به همان اندازه به ظرفیت جذب بهترین استعدادها از داخل و خارج کشور در نهایت به نهاد علم لطمه می‌خورد و حفظ استعدادها در آمریکا برای ساختن شرکت‌هایی که شغل و ثروت خلق می‌کنند، صدمه می‌بینند. تمامی خصوصیات مطلوب شایسته‌سالاری و رقابت‌پذیری باید حفظ شوند، اما نباید ایده‌های نو نیز کنار گذاشته شوند.

در همایش بررسی سند علم؛ مرز بی‌انتها تأکید می‌شود که چهار دارایی مرتبط شامل سرمایه دانش، سرمایه انسانی، سرمایه مالی و زیست‌بوم نوآوری گسترده‌تر، از نوآوری آمریکا حمایت می‌کنند. عواید اجتماعی علم بسیار زیاد و چشمگیر است. علم همچنان سرمایه‌گذاری بی‌نهایت خوبی برای دولت هم از نظر عواید مالی و هم اشتغال محسوب می‌شود. مشاغل خوب در درون نهاد علم و حواشی حوزه علم و فناوری هستند. ضرورت دارد که حمایت دولت از پژوهش در یک دهه آینده «دوبرابر» شود. باید استعدادهای بیابیم، آموزش دهیم و با منابع مالی مرتبط کنیم تا پژوهش اتفاق بیفتد. اگر دولت در پژوهش بنیادی، پایه و کنجکاو محور سرمایه‌گذاری نکند، آنگاه «بذر» کافی برای نوآوری خلق نخواهد شد. هیچ جایگزینی برای سرمایه‌گذاری دولت در پژوهش‌های بنیادی، پایه و کنجکاو محور وجود ندارد.

متنوع و غنی نگه‌داشتن نظام پژوهشی می‌تواند آن را قدرتمند و کارآمد نگه دارد. فناوری‌های مستخرج از پیشرفت‌های علمی، تبعات ناخواسته‌ای در پی داشته‌اند و اعتماد مردم به دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی آفت کرده است. پژوهشگران دانشگاهی تلاش کرده‌اند که مردم را به برج عاج خود بکشانند در شرایطی که لازم است تا خود از برج عاج بیرون آیند و با اجتماعات درآمیزند. دانشجویان رشته‌های «علم، فناوری، مهندسی و ریاضیات» باید روی مسائلی کار کنند که در نقطه تلاقی علم و جامعه قرار

1. STEM

آموزش‌دیده از هر نگاه و تخصصی وجود دارد. همچنین، افزایش قابل‌توجه سرمایه‌گذاری ملت و دولت در حوزه پژوهش و نیاز به آموزش نسل جدیدی از دانشمندان و شهروندانی که برای جهان بسیار متفاوت پیش‌روی، مهیا باشند ضروری است. تمرکز ثروت، بهداشت، آموزش و فرصت در بخش نسبتاً کوچکی از جامعه، تهدیدی برای فروپاشی حمایت از نظام نوآوری است که اگر به‌درستی به کار گرفته شود می‌تواند در سطح گسترده دارای منافع برای عموم مردم باشد. از دانشگاه‌ها انتظار است که بازتاب‌دهنده تنوع نژادی، قومی، اجتماعی - اقتصادی و فکری کل جامعه از منظر دانشجویان و اعضای هیئت‌علمی باشند. نهاد پژوهش مدرن به‌مراتب بزرگ‌تر، مشارکتی‌تر، چندرشته‌ای‌تر، جهانی‌تر و بین‌المللی‌تر از چند دهه گذشته شده و خواهد شد.

پژوهش، هر روز بیش‌ازپیش، دانش و ابزارهای علوم زیستی، علم فیزیک، مهندسی و سایر رشته‌های علم را در قالب «هم‌گرایی علوم» تجمیع و یکپارچه می‌کند. در این فضا پژوهشگران امروز باید فراگیرندگان انعطاف‌پذیری باشند که قادر به همکاری و اشتراک‌گذاری دانش و تخصص خود فراتر از مرزهای رشته‌ای و ملی باشند. همچنین، اجتماعات پژوهشی نیازمند تنوع بسیار بیشتری هم از نظر جذب طیف وسیع‌تر و تعداد بیشتری از افراد در علم و هم‌افزایش شدید خلاقیت علمی است. افزون بر این، پژوهشگران امروزی باید در برقراری ارتباط، با سایر پژوهشگران و افراد عادی، مسلط و ماهر باشند. رازدایی از علم از طریق ارتباط علمی بهتر با مخاطبان عادی می‌تواند یاریگر افزایش حمایت از پژوهش در عین خلق نخبه‌های آگاه‌تر باشد.

گزاره سیاستی دیگر اینکه، همکاری و مشارکت دولت-دانشگاه، تاکنون دستاوردهای بزرگی داشته است، اما تغییر این رابطه می‌تواند موفقیت‌های افزون‌تری به ارمغان آورد. مطالبه از علم امروزی این است که به حل مسائل جدید و دیرپایی نظیر همه‌گیری‌های جهانی، بیماری‌های مزمن، نابرابری‌های اجتماعی، نژادپرستی سیستماتیک، امنیت سایبری، قطبی شدن اجتماعی به دلیل تغییر اقلیم و مهاجرت‌های انبوه که برخی از آنها با کمک موفقیت‌های علم ایجاد شده‌اند، یاری رساند. با این توقع، کشوری که برای

مهندسی و ریاضیات، مرزشکن و راهگشا باشد. در مجموع، واقعیت آن است که پس از جنگ جهانی دوم، سیاست علم ایالات متحده به‌ویژه در علوم پایه، فناوری، مهندسی و ریاضیات دست‌کم در علم و قدرت مطلق، نسبتاً موفق بوده است. با این حال، در سال ۲۰۲۰ مجدداً این سیاست با مشارکت فعال ۳۰۰ رهبر، خیر و مدیر ارشد علمی و تجاری، واکاوی و آسیب‌شناسی شده و «سیاست علم تصحیح‌شده»^۱ مبنای علم و نوآوری در دهه‌های آینده قرار گرفته است. بهینه‌کاوی و یادگیری مولد از سیاست علم آمریکا و تجربه این کشور می‌تواند موضوع مهمی در سیاست علم و آموزش عالی همه کشورها از جمله ایران باشد. ابرقدرت نوظهور در حوزه اقتصاد و علم و فناوری (چین) نیز در طراحی و تنظیم سیاست علم در سال ۲۰۱۰ از سیاست‌های علم و فناوری کشورهای غربی به‌ویژه ایالات متحده بهره‌برداری کرده است (Yongxiang, 2010).

اگر در سیاست‌گذاری علم و نوآوری، بنا بر بهینه‌کاوی و یادگیری مولد باشد می‌توان پنجاه گزاره سیاستی مستخرج از گزارش واکاوی سند سیاست علم؛ مرز بی‌انتها را مبنا و مواد خام طراحی و بازتنظیم سیاست علم و نوآوری در زیست‌بوم کشور قرار داد. براساس این گزاره‌ها سیاست‌گذاری علم و نوآوری فراتر از مرزهای صرف خود علم است و فراهم‌کردن زمینه رشد و توسعه علم، دانشمندان و پژوهش‌های آنها در نهایت منجر به بالندگی جامعه می‌شود. همچنین، لازمه حکمرانی پیروزمند، سیاست‌های علمی موفق است که نهایتاً رشد و توسعه همه‌جانبه جامعه را به ارمغان می‌آورد. به‌علاوه، علم نباید خیلی زود هنگام معطوف به یک مسئله کاربردی و رفع نیازهای عینی عموماً کوتاه‌مدت و زودبازده مورد داوری قرار گیرد. گزاره سیاستی مهم اینکه، بنیان اخلاقی علم به‌جای انسان‌دوستی، به سمت علم و قدرت مطلق حرکت کرده است. از این‌رو، برخلاف تأکید بر علم مطلق، حضور مردم و نیازهای آنها باید بخش مهمی از روال علمی و سیاست علمی کشورها باشد.

اکنون در مقایسه با هشت دهه گذشته، نیاز بیشتری به ایده‌های جدید منبعت از پژوهش علمی و نیز جوانان

1. Corrected Science Policy



ساخته شود. نگاه به علم به مثابه نهادی جهانی، تعارضی با نگاه به علم به عنوان منبع امتیاز ملی ندارد. دانش جهانی است، اما تبعات آن محلی است. اگر به سرعت سازگاری ایجاد نشود شاید آینده به اندازه ممکن پُر بار نباشد. هرچند انسان‌ها از تغییر بیزارند و ایجاد تغییرات فرهنگی دشوار است، اما انسان‌ها معمولاً به مشوق‌ها پاسخ می‌دهد.

شهروندان به‌ویژه جوامع حاشیه‌ای احساس می‌کنند که نیازها و اولویت‌های آنها در سیاست‌گذاری‌های علم مدنظر قرار نمی‌گیرد و ماحصل این وضعیت، بی‌تفاوتی و بی‌اعتمادی فزاینده است. تنش ایجادشده میان علم و جامعه، اعتماد به علم و کارهای دانشمندان را از بین می‌برد. نیاز به ارتباط و جلب مشارکت بهتر عموم مردم ضروری است. نیاز به سیاست‌های علم و فناوری پیچیده‌ای است. باید از بدنه قدرتمند دانش و تخصص انباشته‌شده در چند دهه گذشته بهره گرفت. باید در سیاست و عمل علم، مرکزیت را به جامعه داد. وقتی که مرکزیت به جامعه داده می‌شود، مسئله موجود به مسئله متفاوتی تبدیل می‌شود و باید تلاش کرد که مسئله جدیدی را حل کرد و پس از آن گفتگو تغییر می‌کند. همه افراد باید در دستیابی به اولویت‌های خود از طریق علم و فناوری عاملیت بیشتری پیدا کنند و مردم بیشتری در نوآوری و ایجاد فرصت کارآمد، مشارکت داشته باشند.

منابع حمایتی دولت و بخش خصوصی و خیران با همدیگر و با هم‌افزایی و هم‌آفرینی، پژوهش و آموزش عالی را به عنوان «قدرت فرهنگی کشور» تقویت می‌کنند. در تأمین مالی پژوهش و آموزش، ختیره‌ها و سازمان‌های خیریه برای حمایت از علم به دلایل بردباری آنها در دستیابی به نتایج مطلوب، کمک به توسعه میان‌رشته‌ای‌ها و کمک مؤثر به تغییر فرهنگی، مورد تأکید هستند. علم، یک بازی با حاصل جمع صفر نیست. آمریکا از علم با کیفیتی که پژوهشگران خارجی در آمریکا و در سایر کشورها تولید کرده‌اند، سود برده است. هر اندازه در بومی‌گزینی استاد، دانشجو و پژوهشگر افراط شود، به همان اندازه ظرفیت جذب بهترین استعدادها از داخل و خارج کشور و نهایتاً نهاد ملی علم، آسیب می‌بینند. چهار دارایی مرتبط شامل سرمایه دانش، سرمایه انسانی، سرمایه مالی و زیست‌بوم نوآوری

کسب دانش علمی پایه به سایر کشورها وابسته باشد، با کُندی پیشرفت ملی و تضعیف جایگاه رقابتی در جهان مواجه می‌شود. همچنین، پژوهش پایه نباید صرفاً اولویتی در کنار سایر اولویت‌های ملی باشد. پژوهش پایه، عامل هدایتگر پیشرفت و زیربنای سایر اولویت‌ها است. رقابت جهانی به‌ویژه در فناوری‌های پیشرفته با اهمیت شدید و سهمگین است.

تحول دیجیتال و ظهور اقتصاد دیجیتال، گسست شدیدی در نیروی کار ایجاد کرده است، از سوی دیگر، جهان زیر فشار مهیبی برای درک، پیش‌بینی و کاهش و سازگاری با تغییر اقلیم قرار گرفته است. پیشرفت سریع در حوزه آموزش سرمایه انسانی و آموزش به حداکثر افراد ممکن که حضور کمتری در تحصیلات «علم، فناوری، مهندسی و ریاضیات» دارند، یک نیاز جدی است. همچنین، دانشجویان باید عمیقاً درباره اصول اخلاقی و ارزش‌های فرهنگی که مبنای اطلاعاتی فناوری‌های قوی را تشکیل می‌دهند، تعلیم داده شوند. رشته‌های علوم پایه، فناوری، مهندسی و ریاضیات یکی از مطمئن‌ترین عوامل ترقی طبقه متوسط بوده‌اند و این بالابرها باید همچنان مشغول کار برای جوانان، زنان و اقلیت‌ها باشند. مهاجرت برای نظام آموزش عالی آمریکا به مثابه یک کل، «نوعی اکسیژن تلقی شده است که هر موج مهاجرت، بدنه این کشور را شاداب‌تر می‌کند». بستن درهای کشور به روی استعدادهای جدید حاوی عواقب بلندمدت وحشتناکی برای نهاد علم معرفی شده است. مسئولیت حمایت از پژوهش هدفمند به طور قطعی بر عهده دولت گذاشته شده است. در این میان، هیچ نهاد، شرکت، دانشگاه، بنیاد یا خیریه نمی‌تواند مسئولیت تأمین مالی پایدار در مقیاس وسیع همراه با شکلیابی و تعهد لازم را برای فراهم کردن دانش نوین موردنیاز را بپذیرد. شیوه‌های نوین تسهیل و تسریع انتقال فناوری از آزمایشگاه‌ها به بازار، یک نیاز مهم در زیست‌بوم ملی نوآوری است.

انتظار است که در سیاست‌گذاری علم، بلندمدت فکر شود و راهبرد رقابتی جدید از دوره کاری چند مجلس و دولت فراتر رفته و در قالب یک ملت تعریف شده و از رویکرد کل ملت به جای رویکرد کل دولت استفاده شود. به تنوع بیشتری در افرادی که در حوزه علوم مشغول هستند، نیاز است. اجتماع متنوع دانشمندان باید هم از پایین به بالا و هم از بالا به پایین

باید از تمرکز بر پژوهش‌های فردی به کارهای تیمی، میان‌رشته‌ای، کار با اجتماعات، ارتباط با عموم مردم، حل مسائل جامعه و نظایر اینها تغییر کند. در غیر این صورت، عواید فراوان علم، مختص عده، طبقه و اقشار خاصی از جامعه و کشور شده و تبعات منفی متعددی برای علم، پژوهشگران و آموزش عالی به دنبال خواهد داشت.

پیشنهاد نهایی این است که رهبران و سیاست‌گذاران خیراندیش و بلندهمت علم و فناوری تلاش کنند تا از ترکیب مناسب و مؤثری از پنجاه گزاره سیاستی ارائه‌شده در این مقاله به منظور تعالی و تقویت زیست‌بوم نوآوری کشور و رشد و پیشرفت همه‌جانبه جامعه شامل همه مردم، همه مناطق و همه عرصه‌ها و قلمروها تنظیم و به کار گیرند. به نظر می‌رسد زمینه‌سازی آگاهانه و خردمندانه برای کاربست همه گزاره‌های سیاستی پنجاه‌گانه با رویکرد واقع‌گرایی، گل‌نگر و مشارکتی در افق بلندمدت، راهبرد جامعی باشد. امروزه علم و فناوری اخلاق‌مدار و انسان‌دوستانه، راه مطمئن برای سعادت و رستگاری همه ملت‌ها است، از این رو سعادت ملت بزرگ و فرهنگی ایران، نیازمند زمان کافی و سیاست‌ها، برنامه‌ها و اقدامات عملی مؤثر و جامع‌الاطراف است (Mahdi, 2015).

گسترده‌تر، از نوآوری کشور حمایت می‌کنند. عواید اجتماعی علم بسیار زیاد است. علم همچنان سرمایه‌گذاری بی‌نهایت خوبی برای دولت از نظر عواید مالی و اشتغال مولد محسوب می‌شود. مشاغل خوب در درون نهاد علم و حواشی علم و فناوری شکل می‌گیرند و تداوم می‌یابند. اگر دولت در مقیاس‌های جداول ۱ و ۲ در پژوهش بنیادی، پایه و کنج‌کاو محور سرمایه‌گذاری و هزینه نکند، آنگاه بذری کافی برای نوآوری خلق نخواهد شد. جایگزینی برای سرمایه‌گذاری دولت در این گونه پژوهش‌ها وجود ندارد.

در دهه‌های گذشته، فناوری‌های مستخرج از پیشرفت‌های علمی، تبعات ناخواسته‌ای در پی داشته است و این موضوع موجب کاهش اعتماد مردم به دانشگاه‌ها شده است. در این میان، پژوهشگران دانشگاهی تلاش کرده‌اند که مردم را به برج عاج خود بکشانند در شرایطی که لازم است تا پژوهشگران از برج عاج بیرون آیند و به اجتماعات متصل شوند. دانشجویان رشته‌های علوم پایه، فناوری، مهندسی و ریاضیات باید روی مسائلی کار کنند که در نقطه تلاقی علم و جامعه قرار می‌گیرند. هیچ پاسخی در صفحات کتاب‌ها برای مسائل اجتماعی وجود ندارد. این مسائل، یک تکلیف خانگی نیست، بلکه مسئله‌ای در جهان واقعی است. گزاره پایانی اینکه، نظام پاداش دانشمندان و اعضای هیئت علمی

منابع

5. Khoi, Le Thanh (1999). Education: Cultures and Societies, translated by M. Yemenidozi Sorkhabi, Tehran, Shahid Beheshti University Pub.
6. Krippendorff, K. (1980). Content Analysis: An Introduction to its Methodology. Beverly Hills: Sage Pub.
7. Mahdi, R. (2018). An Introduction to the Interaction of the University with the Surrounding Environment, Tehran, Institute of Cultural and Social Studies Pub.
8. Mahdi, R. (2015). Evaluation of National Science and Technology Policies in Iran, Elsevier, Procedia - Social and Behavioral Sciences, 195, pp. 210-219.

1. Bush, V. (1945). Science the Endless Frontier, A Report to the President by V. Bush, Director of the Office of Scientific Research and Development, United States Government Printing Office, Washington.
2. Hendrickson, R. M. et al. (2013). Academic Leadership and Governance of Higher Education, USA, Stylus Publishing.
3. Hendrickson, R. M. et al. (2016). Academic Governance and Leadership in the Higher Education System, translated by S. Ghiasi and R. Mehdi, Tehran, Virayesh Pub.
4. Henry, J. (2002). Knowledge is Power: Francis Bacon and the Method of Science, Icon Books.



Socioeconomic Environments of US and European Universities, Jessica Kingsley Publishers, London, UK.

17. UNESCO (2024). Science, technology and innovation: Gross domestic expenditure on R&D (GERD), GERD as a percentage of GDP. Available at <https://data.uis.unesco.org/index.aspx?queryid=74>

18. Yemenidozi Sorkhabi, M. (2009). The Adapting University: A Complex Process, New Approaches and Perspectives in Higher Education, Tehran, Institute for Cultural and Social Studies Pub.

19. Yongxiang, L. (2010). Science and Technology in China: A Roadmap to 2050, Strategic General Report of the Chinese Academy of Sciences, Press Beijing and Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

20. Young, E. and Quinn, L. (2002). Writing Effective Public Policy Papers A Guide for Policy Advisers in Central and Eastern Europe, Local Government and Public Service Reform Initiative, Open Society Institute Budapest.

9. Mahoozi, R. (2021). Supporters of Science and Technology in the World and Iran, Tehran, Institute for Cultural and Social Studies Pub.

10. Morin, E. (1990). An Introduction to Complex Thought, translated by A. Jahandideh, Tehran, Ney Pub.

11. Morin, E. (1990). Introduction to Complex Thought, Paris: Seuil.

12. NSF (2021). Research and Development: U.S. Trends and International Comparisons, GERD for selected region, country, or economy, by performing sector and source of funds, available at <https://nces.nsf.gov/pubs/nsb20246/cross-national-comparisons-of-r-d-performance>.

13. Olson, S. (2020). The Endless Frontier, the next 75 Years in Science, the National Academy of Sciences Pub.

14. Olson, S. (2021). Science; the Endless Frontier, translated by A. Matin, Institute for Cultural and Social Studies Pub.

15. Salehi, M. (2016). Evaluation of the Adaptability of Tehran State Universities and Factors Affecting It, PhD Thesis, Faculty of Educational Sciences and Psychology, S. Beheshti U. Pub.

16. Sporn, B. (1999). Adaptive University Structures: An Analysis of Adaptation to

