زاویه دید

بیانات مه‌آلود برای آموزش عالی

اظهارنظرهای پر از ابهام مسئولان درباره مشکلات نظام دانشگاهی

زهرا گویا *

روز ۱۶ شهریور ۱۴۰۱ و حدود دو هفته قبل از شروع سال تحصیلی جدید، «قاسم عموعابدینی» معاون آموزشی وزارت علوم، در گفت‌وگو با سایت الف، از وضعیت کنکور و آینده دانشگاه‌ها ابراز نگرانی کرد و گفت: «در صورت ادامه این روند فقط دانشگاه‌های برتر ما با توجه به ظرفیت، ورودیِ دانشجو خواهند داشت و بقیه دانشگاه‌های صنعتی و فنی تعطیل خواهند شد» و توضیح نداد که منظورش کدام «روند» است. در این مصاحبه چندین نکته قابل‌تامل وجود دارد که اجازه می‌خواهم با اعضای محترم هیئت‌علمی به اشتراک بگذارم. این مصاحبه کمتر از ۵۰۰ کلمه است و در آن، ۱۲ بار از قید تأکید «باید» و سه بار «بایستی» و «می‌بایست» استفاده شده است. و درحقیقت، همان صحبت‌هایی است که در جلسه شورای دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی است که در تاریخ ۳۰ مرداد، در «پایگاه اطلاع‌رسانی دولت» منتشر شده است. این اندازه تحکم در کلام یک مسئول آموزشی، با ذات دانشگاه که یکی از مأموریت‌های اصلی آن، پرورش قوه ادراک و تفکر در دانشجویان است، در تعارض است. وی در این مصاحبه، گفته است: «با این روند، حرکت توسعه کشور دچار مشکل می‌شود؛ به همین دلیل، جریان آموزش باید تغییر کند»، اما توضیح نداده که چگونه می‌توان یک «جریان» و آن‌هم «جریان آموزش» را با «باید» تغییر داد. از همه مبهم‌تر اینکه سمت‌وسوی این «تغییر» چیست و مبتنی بر چه یافته‌های پژوهشی و پیمایش‌های دقیق است و تا چه اندازه متخصصان سیاست‌گذاری آموزش عالی، در ترسیم مسیر حرکت نقش داشته‌اند.

معاون آموزشی وزیر علوم، پدیده نوظهور «نظام حکمرانی و اداری دانشگاه‌ها» را مقصر اصلی «ناکارآمدی» دانسته و آن را «اولین چالش دولت در حوزه آموزش عالی کشور» معرفی کرده است ولی مشخص نکرده که اولا چرا دانشگاه، یک «نظام حکمرانی» در نظر گرفته شده و با «نظام اداری» چه تفاوتی دارد و این نهاد تمدنی، بر چه کسانی می‌خواهد حکمرانی کند. وی از مقوله‌های فرهنگ و اجتماع نیز به مثابه «نظام» یاد کرده و علت «ناکارآمدی» آموزش عالی را «نقص توسعه نظام فرهنگی و اجتماعی» دانسته و به آن، «ضعف در همکاری‌های بین‌الملل» را هم اضافه کرده است که چرایی این ارتباط روشن نیست.

پس از آن، «عموعابدینی» بدون اشاره به معیار «خوب» بودن یک نهاد آموزش عالی، بیان کرده که «ما دانشگاه‌های خوبی داریم» و به آنها «افتخار هم می‌کنیم». ایشان در ادامه، این «خوب» بودن را مشروط کرده و به این معضل اشاره کرده که «ولی باید واقعیت‌ها را نیز در نظر بگیریم» که «دانشجو استقبال می‌کند، وارد دانشگاه می‌شود و خارج می‌شود». این در حالی است که این مقام مسئول، بدون ارجاع به مستندات لازم و چگونگیِ دسترسی به آمار خروجی‌ها روشن نکرده که چرا دانشجویی که به استقبال دانشگاه می‌رود، «خارج» می‌شود و منظور از آن چیست؟ آیا دانشجو پس از ورود به دانشگاه انصراف می‌دهد تا مسیر دیگری را انتخاب می‌کند؟ آیا تحصیل را نیمه‌کاره رها می‌کند، چون اولویت‌هایش در حین تحصیل تغییر می‌کند؟ آیا تصورش از دانشگاه با واقعیتی که با آن مواجه می‌شود، در تضاد است؟ آیا دانشگاه انتظارهایش را برآورده نمی‌کند؟ بالاخره چه عاملی باعث این «خروج» می‌شود؟ وی بدون پرداختن به دلایل این خروج، گفت: «باید مسیری را ترسیم کنیم که دانشجو بماند» و ضمن ضرورت ترسیم مسیر که لابد مسیری متفاوت موردنظر است، «تحول» را «ضروری و اجتناب‌ناپذیر» عنوان کرده است. سپس «اساس توسعه فناوری» را «ایجاد اقتصاد دانش‌بنیان» اعلام کرده که می‌شود استنباط کرد که فناوری و اقتصاد دانش‌بنیان، از ملزومات مسیری هستند که برای «ماندن دانشجو» قرار است ترسیم شود.

«عموعابدینی» پس از اشاره به «ناکارآمدی» آموزش عالی، به دانشگاه‌ها امر می‌کند که «می‌بایست شورای دانشگاه، دانشکده‌های فناوری‌های نوظهور ایجاد کنند و از نخبگان در این دانشکده‌ها استفاده کنیم». در این دستور، چندین ابهام وجود دارد که برای اجرائی‌کردن آن لازم است تکلیف‌شان روشن شود. نخستین ابهام این است که اصولا معنای «شورا» چیست و کارکرد «شورای دانشگاه» چه هست یا چه باید باشد؟

میزان اختیار دانشگاه‌ها برای تأسیس رشته‌ها و ایجاد دانشکده‌های جدید چه اندازه است؟ با این فرض که دانشگاه‌ها محل جذب نخبگان علمی هستند، تأکید بر استفاده از آنان در دانشکده‌های جدید، چه ضرورتی دارد و در صورت تأیید نظر شورای یک دانشگاه بر «نخبه»بودن یک متخصص، آیا این امکان به دانشگاه‌ها داده می‌شود که چارچوب‌های تنگ استخدامی وزارت علوم را اندکی فراخ و منعطف کنند تا فرصت بیشتری برای قضاوت درباره نخبگی و جذب فرد نخبه داشته باشند؟ و منظور از «فناوری‌های نوظهور» چیست و ارجاع آن به چه نوع فناوری است.

در این مصاحبه، «عموعابدینی» اعلام کرده که «باید ظرفیت‌ها را احصا کنیم» و توضیح نداده که این مسئولیت خطیر به عهده دانشگاه و دانشکده و گروه است یا وزارت عتف این کار را انجام می‌دهد و مصداق «ظرفیت» کدام است. همچنین، به چگونگی «احصا»کردن ظرفیت‌ها اشاره‌ای نکرده و تنها بدون توضیح بیان کرده که «ظرفیت جایی باید ایجاد شود» که اگر معلوم می‌شد ماهیت «ظرفیت» مورد اشاره چیست، دست‌کم تصوری برای صدور «باید» و روند «ایجاد» ظرفیت، در ذهن شکل می‌گرفت که این اتفاق نیفتاده است. ایشان در تکمیل این «ظرفیت‌سازی» تأکید کرده که ویژگی دیگر این «ظرفیت»، آن است که «فراتر از روابط و مسائل موجود باشد». ولی توضیح نداده که «روابط» چیست و «مسائل» کدام‌اند و آیا معنای ظرفیتی که فراتر از «روابط و مسائل موجود»، است، محدود به «تکنولوژی‌های آینده» است یا موارد دیگری را هم شامل می‌شود.

معاون آموزشی وزارت عتف برای شفاف‌کردن حرف‌هایش، به برشمردن ویژگی‌های یک طرح «تحول» می‌پردازد که «موردنظر» تصمیم‌گیرندگان است، یعنی متمرکز است و توسط مسئولان تدوین شده و دانشگاهیانِ بدون مقام اجرائی، ظاهرا در آن مشارکت حقیقی نداشته‌اند. آن‌گاه با گفتن اینکه این طرح «چند بخش» دارد، تصریح می‌کند که «بخش مهمی، مأموریت‌گرایی و آمایش است» و با بیان دو نمونه، این ظرفیت‌سازی را تشریح می‌کند: «در این راستا به دانشگاه‌های مشهد و نیشابور رفتیم و طرح تحول را برای آنها نوشتیم و خواستیم در حوزه معادن و منطقه خود خدمت کنند و در آن راستا به سطح بین‌الملل برسند». این درجه از آمریتِ ساده‌انگارانه در حوزه سیاست‌گذاری آموزش عالی، نیازمند مطالعه جدی است. سؤال اول این است که «دانشگاه‌های مشهد» شامل کدام دانشگاه‌هاست؟ آیا مراکز غیرانتفاعی آموزش عالی مشهد و نیشابور را هم در بر می‌گیرد؟ آیا برای مثال، دانشگاه فردوسی مشهد با قدمتی که دارد، دست به دامن مدیران وزارتی شده که برایش طرح توسعه بنویسند؟ آیا این دانشگاه جامع، مشکلش این بوده که قبلا مقامات اجرائی «نخواسته» بودند که دانشگاه تحول‌آفرینی کند و حالا که از این دانشگاه «خواسته شده»، مشکل برطرف می‌شود؟ چرا و به استناد کدام آمایش‌ها و پیمایش‌ها و مطالعات میدانی، از یک یا چند دانشگاه خواسته شده که «در حوزه معادن و منطقه خود خدمت کنند» و طبق دستور، «در آن راستا به سطح بین‌الملل برسند»؟ سطح بین‌الملل، طبق چه شاخص‌هایی تعیین شده است؟ دانشگاه به آن سطح برسد که به چه دستاوردهایی برسد؟ و ده‌ها سؤالی که نیازمند پاسخ هستند، در این نمونه قابل طرح است.

در نمونه دوم، «عموعابدینی» با ارجاع‌دادن به دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، یادآور شده که این دانشگاه «می‌بایست علاوه بر حوزه بین‌الملل، دو مأموریت مهم داشته باشد». وی بدون کلامی درباره دلیلش بر «می‌بایست»، دو مأموریت را یکی «ایجاد فناوری‌های نوظهور و نوین» و دیگری را «خدمت به صنعت و جامعه» عنوان کرده و تحقق آنها را جزء «وظایف» این دانشگاه دانسته است. البته روشن نیست که ویژگی‌های دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی چیست که این دو مأموریت برایش تعیین شده است. وی فراتر از محول‌کردن مأموریت‌های ویژه برای چند دانشگاه، اضافه کرده که «برای فناوری‌های نوین و راهبردی آینده، باید دانشکده ایجاد کنیم» و این در حالی است که در مورد رابطه بین «فناوری‌های نوین» و «راهبردهای آینده» که به خاطرش «باید» دانشکده ایجاد شود، بحثی نشده است. آن هم در ایران که زیرساخت‌های استفاده از تکنولوژی‌های نوین به سبب مقررات محدودکننده برای دسترسی آزاد به اطلاعات، مهیا نیست و روشن نیست که ایجاد دانشکده‌های جدید به قصد تحقق کدام هدف روشن در این زمینه است. افزون بر این، معلوم نیست که ضوابط و سازوکارهای ایجاد یک «دانشکده» چه هستند؟ محل چنین دانشکده‌ای کجا پیش‌بینی شده است؟

چگونه امکان دارد که بدون تشخیص نیاز یک دانشگاه و امکان‌سنجی برای تأسیس یک دانشکده، این اتفاق بیفتد؟ معاون آموزشی وزارت عتف اما اطمینان داده است که «اگر مأموریت‌ها انجام شوند، اوج حرکت تحول دانشگاه‌ها اتفاق می‌افتد» که برای ابهام‌زدایی از این عبارت، پاسخ به پرسش‌های زیادی ضرورت دارد؛ مانند اینکه آیا برای هر دانشگاه، مأموریتی تعیین شده است؟ ویژگی‌های «تحول» در یک دانشگاه مأموریت‌گرا کدام‌اند و نقطه «اوج» پیش‌بینی‌شده برای تحول‌خواهی دانشگاه‌ها چیست.

از این گذشته، «عموعابدینی» گفته که «دانشگاه‌ها باید تمدن‌ساز باشند» و با محدودکردن تمدن به «تمدن اسلامی»، شناسایی نقش دانشگاه‌ها را در انجام این مأموریت، یک «باید» اعلام کرده است؛ ولی توضیح نداده که از چه جنبه‌هایی این شناسایی صورت می‌گیرد و آیا ظرفیت تمدن‌سازی برای همه دانشگاه‌ها یکسان است یا آنکه برای مثال، دانشگاه‌های جامع، صنعتی، علوم انسانی و مهندسی، هرکدام ظرفیت‌های متفاوتی در ایفای نقش تمدن‌سازی اسلامی دارند. معاون آموزشی وزارت عتف در ادامه این بحث، ابراز کرده که «اگر صنعت پنج سال آینده هزار نفر نیرو نیاز دارد، باید هزار و ۲۰۰ دانشجو جذب شود نه پنج هزار نفر» که برای شفاف‌کردن این بحث، پاسخ به چند سؤال کلیدی لازم است. نخست آنکه منظور از صنعت چیست و ارتباط و نسبتش با فناوری‌های پیشرفته کدام است؟ دوم آنکه در دنیای به‌شدت در حال تغییر کنونی، براساس کدام یافته‌های آینده‌پژوهانه‌ای، این برآورد صورت گرفته که تا پنج سال آینده در این حوزه، چه تعداد نیروی متخصص مورد نیاز است و این نگرانی که ظرف چهار سال آینده، کاهش تعداد ورودی‌ها به رشته‌های علوم پایه از ۹ درصد به چهار یا پنج درصد در صورت ادامه روند فعلی است که با محدودکردن تعداد «جذب» داوطلبان ورود به دانشگاه در این رشته‌ها، سازگاری ندارد. به‌ویژه اینکه از نظر او، هدف «طرح تحول، اصلاح این‌گونه امور است» و دستورالعمل تجویزی متناسب با این طرح آن است که «آموزش باید در دو جهت فناوری‌های نوظهور در جهت تمدن‌سازی و خدمت به صنعت و جامعه باشد». در ادامه تأکید کرده که دانش‌آموختگان «باید» بتوانند کارهای خود را «در جهت رفع مشکلات کشور ازجمله مشکلات فناوری و مشکلاتی که در کشور اختلال ایجاد می‌کنند»، ساماندهی کنند؛ زیرا که «جریان آموزش، جریان توسعه پایدار کشور است». سپس در تکمیل رهنمودهای خود، بیان کرده که «فناوری‌های نوظهور و راهبردی آینده که در نقشه جامع علمی کشور تعریف شده است، امری حاکمیتی است» که «باید سرمایه‌گذاری و حمایت شود» و براساس‌این «تربیت دانشجو بر حسب جامعه و صنعت باید باشد». در پایان این سخنان، معاون آموزشی وزارت عتف آقای دکتر «عموعابدینی»، نوید داده که «الزامات کلیدی طرح تحول مشخص شده» و درباره این مطالعه، اطلاعاتی ارائه نشده است که کی، کجا، در چه بازه زمانی و با مشارکت کدام اعضای حقیقی و حقوقی دانشگاه‌ها، «الزامات کلیدی» در چهار بند تعیین شده‌اند که هریک، نیازمند رفع ابهام است. اولین بند، «اصلاح نظام حکمرانی آموزش» است که ضرورت این بدعت‌گذاری مشخص نشده است که چرا «آموزش»، به‌عنوان یک «نظام حکمرانی» در نظر گرفته شده است. دومین بند، «اجرائی‌سازی آمایش سرزمینی آموزش عالی» است که درباره معنا و هدف «آمایش سرزمینی آموزش عالی»، توضیحی داده نشده تا معلوم شود که چرا «اجرائی‌سازی» آن، یکی از کلیدهای تحول آموزش عالی به حساب آمده است. سومین بند به «مأموریت‌گرایی آموزش‌های چندساعته» اشاره دارد و توصیف یا تعریف یا حتی مصداقی برای «آموزش‌های چندساعته» عرضه نشده است تا بتوان مفهوم «مأموریت‌گرایی» آنها را درک کرد. بند چهارم هم «تحول در نظام جذب تحصیلات تکمیلی» معرفی شده است که با توجه به صحبت قبلی او، می‌توان استنباط کرد که وقتی قبلا گفته است که یکی از ملزومات این تحول آن است که «از سال آینده، ۲۰ درصد پذیرش از دانشجویان دکتری، استادمحور می‌شود» و مژده داده بود که «آیین‌نامه آن در آینده مشخص می‌شود که مصوبه شورای گسترش است». (صحبت‌های معاون آموزشی وزارت عتف، ۳۰ مرداد ۱۴۰۱، شورای دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی؛ پایگاه اطلاع‌رسانی دولت).

در اعلام نظر معاون آموزشی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، موارد بسیاری جای تأمل دارد و در راستای اثربخشی این بحث که لابد موضع رسمی وزارت عتف است، لازم است که دانشگاه و دانشگاهیان، به طور فعال تعامل داشته باشند و خود را تنها مجری چنین طرح‌هایی نبینند. تأکید چندباره بر «تمرکزگرایی» در آموزش عالی، نگاه «حاکمیتی» و «مأموریت‌گرا» به دانشگاه‌ها و آموزش دانشگاهی با یک «نظام حکمرانی» دانستن، با ایده دانشگاه که تربیت انسان آزاده و متفکر و اندیشه‌ورز و منتقد و مولد است، در تعارض است و رفتن در این مسیر، قادر است که روح دانشگاه را از آن بگیرد و قالب تهی‌شده آن را با نگاهی جزمی و کمّی و کارخانه‌ای، حفظ کند. فرهیختگان آموزش عالی وظیفه دارند که چنین تصمیم‌های عجولانه و غیرکارشناسی را به چالش بکشند.

*** استاد آموزش ریاضی دانشگاه شهید بهشتی**

هر انسان یک پایگاه داده‌پردازی است

محمد کرام‌الدینی

یکی، دو هفته پیش در خبرها خواندم که پژوهشگران دانشگاه کمبریج پس از یک دهه تلاش، سرانجام توانسته‌اند بدون استفاده از تخمک یا اسپرم و فقط با به کار گرفتن سلول‌های بنیادی موش جنین‌هایی تولید کنند که مغز، قلب تپنده و جوانه‌های اندام‌های دیگر بدن را دارند و با این کار راهی نوین برای بازسازی مراحل اولیه زندگی گشوده‌اند. پس از خواندن این خبر، نخست به یاد رمان معروف «از زمین تا ماه» افتادم که ژول ورن رمان‌نویس فرانسوی در سال ۱۸۶۵ نوشته است و سپس به گسترش این توانایی به انسان و تولید جنین آدمی از سلول‌های بنیادی اندیشیدم. در داستانی علمی-تخیلی که در این کتاب روایت شده است، سه مسافر با پرتابه‌ای خود را به ماه می‌رسانند و سپس با چتر نجات به زمین بازمی‌گردند. امروزه، به علت رشد و گسترش سریع فناوری‌ها، علاوه بر اینکه موضوع دستکاری در فرایندهای تولیدمثلی آدمی از داستان‌های علمی-تخیلی بیرون خزیده و به واقعیت پیوسته است، اکنون علم و ابزارهای لازم برای تغییر آرایش ژنی آدمی را نیز در اختیار داریم.

شاید قانون مور را بشناسید. مطابق این قانون، قدرت پردازش رایانه‌ها تقریبا در هر دو سال دو برابر می‌شود. همه ما این را کمابیش تجربه کرده‌ایم. به همین علت انتظار داریم که گونه‌های جدید گوشی‌های تلفن همراه، تبلت‌ها و لپ‌تاپ‌ها همواره سبک‌تر و درعین‌حال کارآمدتر باشند. اکنون می‌خواهیم بگوییم که قانون مور در زیست‌شناسی هم صادق است. پیشرفت فناوری‌های اطلاعاتی درباره آدمی نیز چنین است.

امروزه، هر انسان را یک پایگاه داده‌پردازی در نظر می‌گیرند که داده‌های آن ناپیدا، مرموز و دست‌نیافتنی نیستند؛ بلکه مدت‌هاست که کشف شده‌اند. به همین علت این رمزها به گونه‌ای فزاینده خواناتر، روشن‌تر، قابل نوشتن و از همه مهم‌تر هک‌شدنی‌اند.

رخنه‌پذیری پایگاه‌های داده‌های انسانی بسیار ترسناک به نظر می‌رسد و باید هم چنین باشد. درعین‌حال چون امکاناتی باورنکردنی برای تأثیرگذاری بر حیات و تغییر صفات فراهم می‌کند، ما را به شوق وامی‌دارد؛ بنابراین به نظر می‌رسد که انقلاب ژنتیک بسیار زودتر از آنچه پیش‌بینی کرده‌ایم، فرا خواهد رسید. درحال‌حاضر آدمی از فناوری‌های موجود برای لقاح آزمایشگاهی، انتخاب جنین یا تشخیص بیماری‌های ساده ژنی استفاده می‌کند؛ اما بی‌گمان، در آینده برای تغییر ژن‌های فرزندان به طور گسترده‌تر آنها را به کار خواهد بست.

به‌این‌ترتیب، بسیاری از والدین نه‌تنها امکان انتخاب صفات فرزندان خود را خواهند داشت؛ بلکه خواهند توانست ژن‌های آنها را تغییر دهند. فناوری‌های ویرایش ژن سال‌هاست که وجود دارند و به کار گرفته می‌شوند؛ اما توسعه ابزارهای جدیدی مانند کریسپر امکان ویرایش ژن‌های همه گونه‌ها ازجمله آدمی را با دقت بیشتر، سرعت بالاتر، انعطاف‌پذیری و مقرون به صرفه‌تر از گذشته امکان‌پذیر کرده است. با استفاده از کریسپر و ابزارهایی مانند آن، در نهایت می‌توان با درج DNA از دیگر انسان‌ها، حیوانات یا حتی از منابع مصنوعی به ژنوم جنین، صفات و قابلیت‌های جدیدی بخشید.

در این زمینه باید به چند سؤال اساسی پاسخ دهیم: آیا ما از این فناوری‌های توانمند برای گسترش بشریت استفاده خواهیم کرد یا برای محدودیت آن؟ آیا مزایای این علم فقط به معدود افراد ممتاز جامعه خواهد رسید یا از آن برای کاهش رنج، افزایش تنوع و ارتقای سلامت و رفاه همه مردم جهان استفاده خواهیم کرد؟ چه کسانی حق دارند درباره تغییر خزانه ژنی آدمی تصمیم بگیرند؟ برای گرفتن بهترین تصمیم‌های جمعی درباره مسیر تکاملی آینده آدمی به چه فرایندهایی نیازمندیم؟

همه این پرسش‌ها بی‌پاسخ‌اند؛ اما هر انسانی در برابر آنها مسئول است. هرکدام از ما باید آماده شرکت در بحث‌ها و آگاهی‌رسانی در این زمینه باشد. پاسخ‌های جمعی ما که حاصل گفت‌وگو در سازمان‌های مختلف، جنبش‌های مدنی، ساختارهای سیاسی و نهادهای جهانی خواهند بود، مشخص خواهند کرد که چه سرنوشتی در انتظار آدمی خواهد بود، چه ارزش‌هایی برای ما مهم‌ترند و مسیر حرکت ما به کدام سو خواهد بود؛ اما پیش از هر چیز، همه ما نیاز فوری به خودآموزی درباره این مسائل داریم.

لشکر ویروس‌ها در هزاره سوم

چگونه پاندمی کرونا ابهت انسان را شکست و دانش را پیش برد

عبدالرضا ناصرمقدسی
متخصص مغز و اعصاب

بیش از دو سال از پاندمی کووید۱۹ می‌گذرد. در این مدت دنیا به شکل بنیادینی عوض شده است؛ به طوری که می‌توان تاریخ جهان را به قبل و بعد از کرونا تقسیم کرد. به‌عنوان یک پزشک تجربه و دانش من و سایر همکارانم نسبت به ویروس‌ها و خطراتی که می‌توانند به وجود آورند، بسیار بیشتر شده است. پاندمی کووید همانند جنگی بود که هیچ‌کس از ماهیت دشمن خبری نداشت و نمی‌دانست چگونه و با چه سلاحی باید به نبرد آن برود؛ اما امروز انگار پخته‌تر و آگاه‌تر شده‌ایم. دریچه‌های جدیدی در درمان به روی ما باز شده است و فهمیده‌ایم در شرایط بحرانی چه کار باید بکنیم. درست است که این پاندمی عزیزان بسیاری را از ما گرفت؛ درعین‌حال ما را برای مخاطرات بعدی آگاه‌تر کرد. به غیر از تبعات سنگین اجتماعی و سیاسی و دیدگاه‌های جدید فرهنگی و فلسفی همراه با رشد بی‌سابقه فضای مجازی، اکنون می‌دانیم که به‌هیچ‌وجه نباید این موجودات بسیار ریز و باستانی را دست‌کم بگیریم. آنها می‌توانند فجایع بسیاری را به وجود آورند. فجایعی که اگر به آنها توجه نکنیم، این بار معلوم نیست که بتوانیم از پاندمی بعدی جان سالم به در ببریم. پاندمی کووید۱۹ در ابتدای قرن و هزاره به‌خوبی نشان داد که انسان تا چه اندازه آسیب‌پذیر است و در عین این آسیب‌پذیری آنچه می‌تواند او را نجات دهد، علم و تفکر علمی است.

• • •

ویروس‌ها به‌هیچ‌وجه برای ما ناشناخته نبودند. از سال ۱۹۳۵ که «وندل مردیت استنلی» توانست ویروس موزائیک تنباکو را تخلیص کند، بیش‌ازپیش با این ذرات کوچک آشنا شده‌ایم. شاید خیلی از آنها کاری به کار ما نداشته باشند؛ اما بعضی از آنها بزرگ‌ترین مشکلات را برای نوع بشر به وجود آورده‌اند. شاید مشهورترین آنها ویروس نقص سیستم ایمنی یا HIV است که به ویروس ایدز شهرت دارد؛ اما با اینکه شاید ایدز مشهورترین ویروس‌ها باشد، پردردسرترین آنها نیست؛ زیرا به دلیل شیوه‌های خاص انتقال امکان پیشگیری از آن به میزان درخورتوجهی وجود دارد. ویروس‌هایی نظیر فلج اطفال و آبله سبب خسارت‌های بسیار بیشتری به بشر شده است. درعین‌حال ریشه‌کنی کامل آبله یکی از مهم‌ترین دستاوردهای بشری محسوب می‌شود. آخرین مورد آبله در سال ۱۹۷۷ گزارش شده و گفته می‌شود تنها نمونه‌های باقی‌مانده از ویروس آبله در آزمایشگاه‌هایی در روسیه و آمریکا نگهداری می‌شود. اینها همه دستاوردهای بسیار بزرگی است که نباید فراموش شود؛ اما به‌عنوان یک پزشک باید بگویم تا قبل از پاندمی ۲۰۱۹ چندان با مفهوم پاندمی آشنا نبودم. چیزهایی درباره پاندمی آنفلوانزای اسپانیایی شنیده بودم. آن‌هم به دلیل علاقه‌ای که به تاریخ داشتم و شرح وقایعی که سبب ایجاد اولین نهادهای مدرن بهداشتی در ایران شد، برایم جالب بود. می‌دانستم پاندمی ۱۹۱۸ آنفلوانزای اسپانیایی سبب کشتار وسیعی در ایران شد؛ اما آن را مربوط به ضعف سیستم بهداشتی ایران در کنار هجوم بیگانگان و قحطی و اعتیاد فراگیر می‌دانستم. پاندمی در نظرم اتفاقی دور بود که با رشد درخورتوجه علم نباید بار دیگر اتفاق می‌افتاد. ویروس‌ها هم اگرچه بسیار درباره آنها خوانده بودم و عوارض ابتلا به آنها را دیده بودم؛ اما در نظرم چندان خطرناک به نظر نمی‌رسیدند. حداقل نه به آن میزان که در این پاندمی تجربه کردیم. پاندمی کووید۱۹ همه چیز را به هم ریخت. خاطرم هست در آن روزهای اول وقتی هنوز نمی‌دانستیم اصلا مبتلایی هست یا نه، در جمعی از اندیشمندان صحبت از این بود که ویروس کووید۱۹ و انتشار آن در جامعه چقدر جدی است. تازه گزارش‌هایی از اولین نمونه‌های ابتلا در ایران منتشر شد. ما هیچ چیز نمی‌دانستیم و شخصا فکر می‌کردم این عفونتی است که به‌زودی جمع می‌شود و نگرانی‌ها درباره آن بی‌دلیل است؛ اما خیلی سریع همه چیز تغییر یافت. ترسی عظیم بر ما و جامعه مستولی شد. با این تفاوت که به دلیل اینکه جزء کادر درمان هستیم، در همان شرایط نیز برخلاف بسیاری از افراد دیگر بر سر کارمان حاضر شده و از نزدیک شاهد یکی از بزرگ‌ترین اتفاقات قرن بودیم و لحظه به لحظه چیزهای جدیدتری را دیدیم و آموختیم.

پاندمی کووید۱۹

حالا که بیش از دو سال از آن پاندمی گذشته است شاید بهتر بتوان جوانب آن را بررسی کرد و این سؤال را مطرح کرد که چرا باید در آستانه هزاره سوم میلادی و با این‌همه رشد و پیشرفت علم، یک ویروس این‌گونه انسان را به زانو درآورد. نه‌تنها باعث ابتلا و فوت میلیون‌ها نفر شود؛ بلکه آسیب‌های جدی اقتصادی نیز به وجود آورد و بیماری تمام‌قد تمام قدرت خود را به رخ کشیده و نشان دهد که تا چه میزان می‌تواند بر سرنوشت آدمی مؤثر باشد. همان‌طور که همه می‌دانیم، این پاندمی از ووهان چین آغاز شد. فارغ از صحبت‌هایی که درباره دست‌سازبودن این ویروس شده است؛ اما آن‌طور که تحقیقات نشان می‌دهد، این ویروس از حیوانات به انسان سرایت کرده و دراین‌بین بیش از هر حیوانی این پانگولین‌ها بودند که به‌عنوان منشأ این ویروس شناخته شدند. حیوانات بی‌آزاری که در چین هم از آنها تغذیه می‌شود و هم در طب چینی کاربرد دارد. اینکه انسان، این جاندار غریب، همه چیز را بی‌امان می‌کُشد، می‌خورد و نابود می‌کند، در نهایت چنین نتایج فجیعی را به دنبال خواهد داشت. این اولین نتیجه‌ای بود که می‌شد از این پاندمی گرفت. اینکه نباید فکر کنیم که طبیعت همواره مقهور ما باقی خواهد ماند. طبیعت و زمین در برابر آنچه ما بر سرش آوردیم، واکنش نشان می‌دهد و این هجوم ویروس‌ها در سراسر جهان نمونه‌ای از این واکنش‌های شدید طبیعت به تخریب روزافزون خود به دست گونه آدمی بود. پاندمی به‌سرعت پیش می‌رفت و نکات مفهومی بسیار مهمی را برای ما آشکار می‌کرد. خیلی سریع پاندمی کووید۱۹ تداعی‌کننده پاندمی آنفلوانزای اسپانیایی در ابتدای قرن شد و عکس‌های مربوط به آن دوره به شکل گسترده‌ای چاپ شد. نکته جالب اینجا بود که عکس‌های آن دوره به شکل جالبی با عکس‌های پاندمی کووید۱۹ مشابه بود. همان ماسک‌ها، همان چادرهایی که انبوه مبتلایان را در آنها بستری می‌کردند، همان روپوش‌های سفید. انگار در طول این صد سال هیچ‌چیز عوض نشده است. همین نشان می‌داد که علم بشری تا چه اندازه کم است و این چیزی نبود که برای ما باورپذیر باشد. خود من فکر می‌کردم این ویروس هرچه باشد سریع‌تر راه مقابله با آن شناخته خواهد شد و نباید این پاندمی چندان برای ما مشکلی ایجاد کند. حتی در آن روزهای اوج پاندمی که با نادانی وسیع ما نسبت به این ویروس همراه بود، باز مانند خیلی‌ها خوش‌بین بودم که تا چند ماه دیگر این موضوع به اتمام می‌رسد و قرار نیست این‌گونه به زندگی خود ادامه دهیم. زندگی اما فارغ از تصورات ما شکل تازه و عجیبی به خود گرفته بود. همه ما در هرجا که بودیم، ماسک می‌زدیم و سعی می‌کردیم بیشترین فاصله را از یکدیگر رعایت کنیم. یادم می‌آید وقتی می‌خواستیم یک بیمار مبتلا به کووید را ویزیت کنیم سه تا ماسک می‌زدیم، دستکش و گان و لباس مخصوصی را می‌پوشیدیم. به مزاح می‌گفتیم که شبیه انسان‌های فضایی شده‌ایم. زمان که گذشت انگار با چهره جدیدی از ویروس‌ها آشنا شده بودیم. ویروسی است که دائم جهش پیدا می‌کند. در هر جهشی بر قدرت بیماری‌زایی و میزان و شدت آن افزوده می‌شود. در فصل گرما از شدت آن کاسته نمی‌شود. انگار هوشمند است و می‌داند دارد چه کار می‌کند. اینها چیزهایی نبود که ویروس‌ها نشان دهند. انگار وارد دنیای جدیدی شده بودیم که مقابله با آن لوازم و دانش خاص خود را می‌طلبید.

آیا پاندمی کووید۱۹ غیرمترقبه بود؟

برای ما این‌گونه بود. تازه همان زمان بود که داشتیم می‌فهمیدیم پاندمی یعنی چه و ویروس‌ها تا چه میزان می‌توانند خطرناک باشند. اما به نظر می‌رسد برای دانشمندان به‌خصوص آنها که بصیرت آینده‌نگری را داشتند، این‌گونه نبود. کم‌کم سخنانی از دانشمندانی پیشرو به چاپ می‌رسید که خیلی پیش‌تر از اینها نسبت به وقوع پاندمی‌ها تذکر و هشدار داده بودند. حتی کارآفرینان موفقی مانند «بیل گیتس» نیز از امکان وقوع پاندمی حرف زده بودند. پس به نظر می‌رسید ما به‌عنوان کسانی که درگیر درمان مردم بودیم رابطه‌مان با دانشمندان آینده‌نگر قطع شده بود. شاید اگر ارتباط بین این دو گروه بیشتر بود، می‌توانستیم خود را برای پاندمی آماده کنیم. به این موضوع باید هشدارهای محیط‌زیستی را نیز اضافه کنیم. انگار درک اینکه انسان وابسته به طبیعت و محیط زیست است، برای بشر بسیار سخت است و نمی‌تواند باور کند که آسیب شدید محیط زیست تا چه اندازه می‌تواند سبب ایجاد بیماری‌های مختلف شود. همین پاندمی کووید۱۹ نمونه‌ای بارز از اثرات تخریب طبیعت بر سلامت انسان بود. وقتی انسان بی‌توجه به حدومرز خود در طبیعت همه‌چیز را می‌خورد و نابود می‌کند، مشخص است که باید منتظر عواقب آن باشد.

آینده ویروس‌ها

داستان پاندمی اما داستان تلاش‌های بشر هم هست. ساخت واکسن‌های جدید و تغییر نگرش به فضای مجازی یکی از دستاوردهای بزرگ بشری در این پاندمی محسوب می‌شود. در قسمت بعدی بدین موضوع خواهیم پرداخت اما در اینجا می‌خواهیم در مورد خطرات بعدی ویروس‌ها صحبت کنیم. ببینیم از این به بعد باید نگران چه چیزی باشیم؟ آیا ویروس‌ها می‌توانند پاندمی دیگری را به وجود آورند؟ بعد از پاندمی کووید۱۹، این بحث‌ها بسیار جدی شد. جهش‌های متمادی ویروس تاجدار کووید۱۹ عملا همه را نسبت به این موضوع حساس کرد. نکند پاندمی دیگری در راه باشد؟ در پاندمی بعدی باید منتظر چه چیزهایی باشیم؟ اینها همه سؤالاتی است که از آن زمان مطرح است. دیگر بشر متوجه شده که به‌شدت آسیب‌پذیر است و چه‌بسا این پاندمی‌ها سبب تغییرات عمده او شود. در همان ابتدای کووید۱۹ خبر کشف ویروس‌های باستانی در تبت تأییدی بر این نگرانی بود. به دنبال تغییرات اقلیمی و گرم‌ترشدن کره زمین یخ‌هایی در منطقه کوهستانی تبت شروع به آب‌شدن کردند و ویروس‌هایی که برای ۱۵ هزار سال در آن مدفون شده بودند، دوباره آزاد شدند. ویروس‌ها می‌توانند به مدت بسیار طولانی در حالتی شبیه مردن باقی بمانند و در صورت پیداشدن شرایط مناسب دوباره دست به فعالیت خود بزنند. این خصلت ویروس‌هاست که در خارج بدن میزبان خود جاندار نبوده و با ورود به بدن میزبان موجود زنده محسوب می‌شوند. باز دخالت انسان در طبیعت و تغییرات اقلیمی متعاقب آن باعث آزاد شدن ویروس‌هایی شد که برای انسان امروزی تازگی داشتند. دو نکته مهم در این کشف وجود داشت: اولا با ادامه تغییرات اقلیمی احتمالا باید منتظر ویروس‌های جدید دیگری بود. ثانیا بدن ما هیچ تجربه‌ای در برابر برخورد با این ویروس‌ها ندارد. بنابراین شاید سیستم ایمنی ما نتواند پاسخ مناسبی در برابر این ویروس‌ها از خود نشان دهد. ویروس‌هایی که در سیر زمانی به وجود نیامده‌اند بلکه از دوران باستان ناگهان به زمانه ما پرتاب شده‌اند. موضوع بعدی بحث آبله میمونی بود که سبب نگرانی‌های بسیاری شده است. آبله میمونی بیماری تازه‌ای نبود. اولین گزارش آن در انسان به بیش از ۵۰ سال قبل بازمی‌گشت. اما به‌طور عمده محدود به آفریقا بود یا کسانی که به آفریقا سفر کرده‌اند. اما اکنون با رفتار تازه‌ای از این ویروس روبه‌رو شده‌ایم. نمونه‌های متعددی از این ویروس و بیماری در خارج از قاره آفریقا گزارش شده است. این ویروس بسیار شبیه آبله‌مرغان بوده و تنها تفاوت آنها در تورم غدد لنفاوی است. معمولا ضایعات آن از روی صورت شروع و سپس تمام بدن را می‌پوشانند. تغییر رفتار این ویروس باعث نگرانی شده است. به‌خصوص اینکه در زمان بسیار اندک تعداد قابل‌توجهی از آن گزارش شده است. آیا تغییرات اقلیمی سبب این موضوع شده است یا علت دیگری دارد که ما هنوز شناختی نسبت به آن نداریم؟ آیا ممکن است ویروس‌ها به هم پیام دهند؟ وقتی یک پاندمی توسط ویروسی رخ می‌دهد، آیا ممکن است که شرایط را برای ویروس‌های دیگر نیز تغییر دهد؟ ما هیچ چیزی درمورد ویروس‌ها نمی‌دانیم. اما اینها سؤالاتی است که می‌تواند بسیار نگران‌کننده باشد. شاید از این به بعد باید با ارتباطات ویروسی نیز روبه‌رو شویم. در حال حاضر ما یک ویروس را از نظر شدت سرایت‌پذیری و نیز میزان مرگ‌ومیر ناشی از آن می‌شناسیم. به قول دیگر فرض می‌کنیم که چقدر احتمال دارد تا یک فرد به آن ویروس آلوده شده و در صورت آلوده‌شدن چقدر شانس بیماری‌زایی وجود دارد و اگر بیمار شود میزان مرگ‌ومیر آن چقدر خواهد بود. ممکن است میزان مرگ‌ومیر ناشی از یک ویروس بالا باشد اما چون سرایت‌پذیری اندکی دارد لذا در کل باعث مرگ‌ومیر چندانی نمی‌شود. برعکس آن نیز درست است. یک ویروس همانند آنفلوانزا می‌تواند سرایت‌پذیری بالا ولی مرگ‌ومیر اندکی داشته باشد. آیا ممکن است پارامترهای مؤثر بر عملکرد ویروس‌ها در آینده تغییر یابد؟ پاندمی کووید۱۹ نشان داد که علی‌رغم همه پیشرفت‌ها دانش ما از ویروس‌ها و عملکرد آنها در طبیعت بسیار ناچیز است. باید توجه داشت که ویروس‌ها از گسترده‌ترین گونه‌ها در سطح زمین هستند و در عین حال یکی از باستانی‌ترین آنها نیز محسوب می‌شوند. حضوری چنین وسیع از نظر مکانی و زمانی می‌تواند شبکه‌ای بزرگ از ارتباطات را بین ویروس‌ها تشکیل دهد و مفهوم ویروس منفرد و متعلق به گونه‌ای خاص را زیر سؤال ببرد. آیا ممکن است هر پاندمی با گسترش شگفت‌انگیز ویروس‌ها در کل جهان این شبکه را تقویت کرده و معنای جدیدی به آن ببخشد. می‌بینیم که مشکلات خیلی بیشتر از آن چیزی است که تصور می‌کردیم.

چه باید کرد؟

باید توجه داشت که علی‌رغم تمام این حرف‌ها بشر در همین مدت کوتاه بعد از شروع پاندمی کرونا پیشرفت بسیاری کرده است. پیشرفت‌هایی که می‌تواند نوید آینده بهتری برای گونه انسان خردمند باشد. این پیشرفت‌ها را می‌توان از چند منظر مورد بررسی قرار داد. شاید اولین آن بازنگری در آنچه بود که اتفاق افتاد. چرا ما بدین‌جا رسیدیم؟ چرا در ابتدای هزاره سوم ویروسی این‌گونه باید جان ما را تهدید کند؟ این نقادی شرط اول پیشرفت است. اینکه دنبال اشکال کار خودمان بگردیم و سعی در برطرف‌کردن آن کنیم. همان چیزی که به آن عقل نقاد مدرن می‌گویند. لذا در کنار هزاران مقاله چاپ‌شده در مورد جنبه‌های علمی کووید۱۹ مطالب زیادی از فیلسوفان و سیاستمداران نیز در مورد این همه‌گیری به چاپ رسیده که هریک در کنار بررسی جنبه‌های مختلف کووید۱۹ و تأثیر آن بر شرایط اقتصادی و فرهنگی یک جامعه در عین حال اشکالات بشر را نیز گوشزد می‌کردند. مسئله بعدی تلاش برای اطلاع‌رسانی منظم در سطح جهانی بود. این جنبه‌ای است که شاید کمتر از جنبه‌های دیگر دیده شده باشد، اما اهمیت بسیاری دارد. رسانه‌ها و نیز مؤسسات وابسته به سازمان بهداشت جهانی سعی کردند نمای دقیقی از آنچه در جهان می‌گذرد ارائه دهند. کاری که آنها کردند نوعی شفاف‌سازی جهت درک بهتر خطر ناشی از کووید۱۹ بود. اطلاعیه‌های منظم سازمان بهداشت جهانی هر روز ما را در جریان آخرین یافته‌ها می‌گذاشت. به گمانم شاید یکی از محصولات این فعالیت ایجاد سازمانی برای خبررسانی و عمومی‌کردن علم باشد. مسئله بعدی رشد سریع و همه‌جانبه فضای مجازی بود. در زمانی که قرنطینه و فاصله اجتماعی تنها راه مقابله با این ویروس بود فضای مجازی باعث شد که بسیاری از صنعت‌ها از بین نروند، کارمندان دست به دورکاری بزنند و افراد مایحتاج خود را از طریق همین فضای مجازی تهیه کنند. سرعت رشد این فضای مجازی به حدی بود که در نهایت متاورس از این همهمه به وجود آمد. شاید متاورس فرزند بلافصل چنین تجربه‌ای باشد: وقتی می‌شود از طریق فضای مجازی کارها را پیش برد چرا اصلا در فضای مجازی زندگی نکنیم؟ معلوم نیست که در آینده دیگر چه چیزهایی از دل این دنیای عجیب که بیشتر از هر چیزی ما را به یاد «آلیس در سرزمین عجایب» می‌اندازد، بیرون خواهد آمد. و در نهایت رشد و پیشرفت پزشکی در این دوران کوتاه بود که اوج آن در ساخت واکسن‌های نسل جدیدی بود که انتظار می‌رود درمان بسیاری از بیماری‌ها را تغییر دهند. سرعت دانشمندان در ساخت واکسن حیرت‌انگیز بود. اما مهم‌تر از آن تغییر در ساختار کلی واکسن‌ها بود. اگر تا پیش از این استفاده از ویروس زنده ضعیف‌شده و یا ویروس مرده پایه اصلی ساخت واکسن‌ها را تشکیل می‌داد، اما اکنون دو شرکت فایزر و مدرنا پایه را بر عضو کوچکی از ویروس یعنی mRNA قرار دادند و واکسن جانسون اند جانسون اساس کارش بر پروتئینی از ویروس قرار گرفت. این تکنیک‌های جدید به غیر از اینکه اثرش بر روی ویروس از تکنیک‌های قدیمی بالاتر بوده در عین حال به نظر می‌رسد راهنمایی برای درمان بیماری‌های لاعلاجی چون سرطان نیز قرار گیرد.

اما آینده...

حال با آنچه گفته شد می‌توانیم دورنمایی از آینده و کاری که باید انجام دهیم، متصور باشیم. اولا فهمیدیم که پاندمی ویروس‌ها و مرگ‌ومیر ناشی از آنها چیزی مربوط به تاریخ نیست. و علم ما هم نمی‌تواند مانع ایجاد چنین پاندمی‌هایی شود. فهمیدیم که ویروس‌ها می‌توانند تغییر رفتار داشته باشند و آنچه از قبل می‌دانستیم نمی‌تواند بر این رفتار جدید آنها مؤثر باشد. پس باید به دنبال راه‌های جدیدی باشیم و هرگونه تغییر رفتاری در ویروس‌ها را به صورت جدی رصد کنیم. کاری که در زمینه آبله میمونی انجام شد و حساسیت بالایی را در سطح جهان به وجود آورد. مسئله مهم بعدی توجه به عامل به‌وجودآمدن یک پاندمی در هزاره سوم است. قبل از این در مورد علل محتمل صحبت کردیم. شاید مهم‌ترین آن وضعیت اسفناک محیط زیست باشد. پاندمی کووید نشان داد که تخریب محیط زیست تا چه اندازه می‌تواند برای انسان خطرناک باشد. اینکه ما همه چیز را از بین می‌بریم و نابود می‌کنیم به معنای استفاده و بهره‌وری بیشتر نیست بلکه در سوی دیگر آن باید عواقب شدیدش را هم بپذیریم. شاید فکر می‌کنیم که تافته جدابافته هستیم و همواره می‌توانیم با تکیه بر دانش و توانایی‌های خود بر تمام مشکلات فائق آییم. اما دیدیم که این‌گونه نیست. لذا شاید مهم‌ترین اقدام در آینده همین تغییر دیدگاه خود نسبت به جایگاه‌مان در طبیعت باشد. و اینکه بدانیم تخریب ریشه‌هایی که ما را با طبیعت و محیط زیست پیوند می‌دهند لاجرم باعث از بین رفتن خودمان خواهد شد.

نتیجه‌گیری

پاندمی کووید در عین حال که جان بسیاری را گرفت و آسیب‌های زیادی را به وجود آورد درس‌های بسیار مهمی نیز داشت. این درس‌ها منحصر به پیشرفت علم پزشکی نبود. فیلسوفان و سیاستمداران و جامعه‌شناسان نیز درس‌های بسیاری گرفتند. شاید مهم‌ترین تلنگر این پاندمی توجه انسان به جایگاه خود در طبیعت بود و اینکه تخریب محیط زیست تا چه میزان می‌تواند بنیان هویتی انسان را از بین ببرد. توجه به تمام این آموخته‌ها برای ادامه زندگی و بقای انسان ضروری است.

علم و جامعه

جعبه ابزار هسته‌ای دانشمندان

از راکتورهای خانگی تا موشک‌های قاره‌ای چگونه با دانش هسته‌ای گره خورده‌اند؟

حسن فتاحی

داستان این مقاله کوتاه به یک تجربه شخصی بازمی‌گردد. چندی پیش برای انجام پت‌اسکن به بیمارستان خاتم‌الانبیا رفته بودیم. فراروند پت‌اسکن تا حدود سه ساعت به درازا می‌کشد. تا بیمار آماده شود، رادیوداروی هسته‌ای تزریق شود و اسکن انجام شود، گاهی تا چهار یا پنج ساعت هم زمان لازم است. من همراه بیمار بودم. چند ساعتی را در سالن انتظار نشسته بودم و کتاب «عزازیل»، نوشته نویسنده نامور مصری، یوسف زیدان هم همراهم بود. درحالی‌که سعی می‌کردم ذهن آشفته‌ام را متمرکز کنم، گفت‌وگوی دو نفر از همراهان بیماری سرطانی برایم جالب بود. خانم میانسال به آقای میانسال‌تر از خودش که شاید همسر یا برادرش بود، می‌گفت: «به جای اینکه پول‌ها را ببرن و برای هسته‌ای هدر کنن، بیارن باهاش دستگاه پت‌اسکن بخرن، تو مرکز هر استان یکی بگذارن تا مردم ناچار نباشن از راه دور تا تهران بیان». معلوم بود از شهرستان آمده‌اند و به گمانم از استان‌های جنوبی کشور عزیزمان. این گفت‌وگو برایم تازگی نداشت؛ اما آه از نهادم بلند شد که مردم نازنین ایران شناخت درستی از دانش و صنعت هسته‌ای ندارند و همه‌چیز را در داستان برجام و غنی‌سازی و تحریم می‌بینند و حتی باورشان نمی‌شود بحران هسته‌ای ایران بحرانی سیاسی است؛ آن‌چنان که سیاست به صنعت هم آسیب رسانده است. در خاطرم ماند تا در صفحه علم روزنامه «شرق» کمی درباره کاربردهای گسترده دانش و ساخت‌واره‌های هسته‌ای بنویسم؛ تا اینکه مردم خوب ما بدانند زندگی پر از رفاه و آرامش به دانش هسته‌ای گره خورده است؛ از مین‌روبی مناطق آلوده به مین‌گذاری تا درمان سرطان.

ابزار دانش هسته‌ای

دانش هسته‌ای با توجه به گستردگی امروزی‌اش از ابزارهای گوناگونی بهره می‌جوید. شاید اگر امروز «ماری کوری» و همسرش «پی‌یر کوری» از یک آزمایشگاه دانشگاهی یا پژوهشیِ هسته‌ای در ایران یا فرانسه بازدید می‌کردند، از فراوانی و پرگونی ابزارها شگفت‌زده می‌شدند. اگر روی میز هر پژوهشگری یک رایانه می‌دیدند و در هر یک نرم‌افزارهای برنامه‌نویسی و کدنویسی، در حیرت فرو می‌رفتند که آیا به راستی اینجا آزمایشگاه هسته‌ای است! شاید اگر فیزیک‌دان پرآوازه جهان، «انریکو فرمی» از یک نیروگاه هسته‌ای پیشرفته نسل چهارم بازدید می‌کرد، با خود می‌گفت: در جهان هسته‌ای چه انقلاب بزرگی رخ داده است؟ «آلبرت اینشتین» در نامه معروفش به رئیس‌جمهور آمریکا پیشنهاد داده بود بمب هسته‌ای با کشتی حمل شود و بعد پرتاب شود. او باور نمی‌کرد خیلی زود بمب‌افکن‌هایی خواهند بود که نه یک بمب هسته‌ای بلکه چندین بمب را پرتاب خواهند کرد. امروز هم چنین است. ما به آسانی با دستگاه پیشرفته پت‌اسکن که زیرمجموعه‌ای از فناوری‌های هسته‌ای است، به راحتی از کل بدن بیمار اسکن می‌گیریم و به زبان دانشیِ پارسی، کل بدن بیمار را با روبشگر هسته‌ای می‌روبیم و گزارشی بسیار پُرسون (دقیق) از داخل بدن به‌دست می‌آوریم. و دور نیست که در دهه‌های بعد دانش هسته‌ای با دیگر بخش‌های دانش همچون هوش مصنوعی و نانوماشین‌ها چنان دگرگونیِ فناورانه‌ای را پدید آورد که سرطان‌ها در کمتر از یک هفته مهار شوند. دانش هسته‌ای تنها راکتور یا واکنشگاه نیست؛ بلکه رده‌ای از ابزارهایی است که کاربَردهای گوناگونی دارند. از کاربرد در دانش‌های زاستاری همچون اخترفیزیک هسته‌ای تا کلاهک هسته‌ای تأخیری. این پیشرفت‌ها همواره با شتاب یکسان نبوده‌اند و برگرفته از رویدادهای سیاسی و اقتصادی کشورها و نظام بین‌الملل بوده‌اند. در بازه‌ای از زمان پیشرفت دانش و صنعت هسته‌ای شتابدار بود و در برهه‌هایی آرام. اما هر روز بر پرسونش ابزارها افزوده می‌شود.

راکتورهای هسته‌ای

نخستین ابزاری که از جعبه‌ابزار هسته‌ای معرفی می‌کنم، راکتور هسته‌ای است. راکتور هسته‌ای یعنی ابزاری که در آن واکنش‌های هسته‌ای به شکل زنجیره‌ای انجام می‌گیرد. راکتور همان‌طور که اشاره کردم برابر انگلیسی «واکنشگاه» است و درون ساختمانی غالبا گنبدی‌شکل است که به پارسی به آن «ساختمان نیروگاه» می‌گویند. ساختمان نیروگاه هم در مجموعه‌ای است که به آن و تمام تجهیزاتش «نیروگاه» می‌گویند. نیروگاه هسته‌ای در بخش‌هایی شبیه نیروگاه‌های دیگر است و در بخش‌هایی تفاوت چشمگیری دارد. یکی از مهم‌ترین موضوع‌های نیروگاه هسته‌ای مکان آن و ایمنی آن است. شاید بتوان گفت ایمنی نخستین دغدغه سازندگان نیروگاه است و به همین خاطر طراحی نیروگاه‌ها و راکتورها هر روز بهینه می‌شود تا هم ایمنی بالا رود و هم بهره‌وری و هزینه نگهداری و هزینه بازآماد. راکتورها دو نوع هستند: راکتورهای شکافت که بن‌پار یا عنصر سنگین همچون اورانیوم را به بن‌پارهای کوچک‌تر می‌شکند و از دل این واکنش هسته‌ای انرژی تولید می‌شود. راکتورهای گداخت که به خورشید کوچک شهره‌اند، مانند خورشید هیدروژن را به هلیوم تبدیل می‌کنند. حواستان باشد که اینها همگی واکنش‌های هسته‌ای‌اند و با واکنش‌های شیمیایی که در درس شیمی دبیرستان یا دانشگاه خوانده‌اید، فرق دارد. درحال‌حاضر در کشورهای بسیاری نیروگاه‌های هسته‌ای شکافت کار می‌کنند و انرژی تولید می‌کنند. گاهی دچار حادثه شده‌اند؛ مانند فوکوشیما و چرنوبیل؛ اما روی‌هم‌رفته از ایمن‌ترین نیروگاه‌های جهان هستند. نیروگاه‌های گداخت در حد پژوهش‌های صنعتی هستند و هنوز وارد مدار تولید انرژی پایدار برای کشورها نشده‌اند؛ اما دیر نیست و دور نیست که چنین اتفاقی بیفتد. این رده از راکتورها جغرافیاساست (ژئوپلیتیک) زمین را دگرگون خواهند کرد. راکتورها یا واکنشگاه‌ها با سوخت هسته‌ای کار می‌کنند. سوخت می‌تواند غنی‌سازی شده باشد یا سوخت طبیعی باشد. اینکه سوخت راکتورها چه باشد، یکی از مناقشه‌های کشورها و نهاد بین‌المللی انرژی اتمی است. برخی از راکتورهای هسته‌ای میران نه‌چندان زیاد پلوتونیوم تولید می‌کنند که برای برنامه‌های جنگ‌افزاری استفاده می‌شود؛ اما این یک روی سکه است. راکتورهای این‌چنینی به شکل گسترده‌ای رادیوایزوتوپ‌های کارا و مفید را هم تولید می‌کنند. آنها با بن‌پار کبالت-۶۰ و تعدادی از ایزوتوپ‌هایی با عدد اتمی بالاتر از اورانیوم که برای پژوهیدن در برخی محدوده‌های جدول تناوبی یا مندلیف لازم است، تولید می‌کند. راکتورها می‌توانند ایزوتوپ‌هایی با هدف‌های تجاری و پزشکی و دارویی تولید کنند. برای نمونه امریکیوم-۲۴۱ که در شناساگرهای دود به کار می‌رود. کبالت-۶۰ در صنایع بازرسی کیفیت جوش و نیز درمان برخی سرطان‌ها کاربرد دارد. تکنتیوم-۹۹ که در تشخیص‌های پزشکی کارکرد مؤثر دارد. سزیم-۱۳۷ هم در درمان بیماری‌های سخت‌درمان کاربرد دارد. همچنین نوترون‌های تولیدی در راکتورهای هسته‌ای برای بررسی موادی که پراکنش از صفحه‌های بلوری دارند، بسیار اهمیت دارد. جان کلام اینکه راکتورها فقط برای کشور برق تولید نمی‌کنند و تنها توان شیرین‌کردن آب را ندارند؛ بلکه گستره‌ای از کاربردها را دارند و اگر کشوری سیاست‌گذاری هسته‌ای‌اش درست باشد، می‌تواند به لحاظ فناوری کشور را بسنده سازد و سودآوری اقتصادی داشته باشد.

آشکارسازها

برهمکنش‌های تابش‌های آلفا، گاما و بتا با مادّه، یون‌هایی با بار مثبت و الکترون تولید می‌کند. آشکارسازها ابزارهایی هستند که این برهمکنش و این یونش را اندازه‌گیری کرده، خروجی مشاهده‌پذیری را ممکن می‌کنند. آشکارسازهای ابتدایی از صفحه‌های عکاسی استفاده می‌کردند تا خط‌هایی را که به واسطه واکنش‌های هسته‌ای ایجاد شده، شناسایی کنند. اتاقک‌های ابر که در کشف ذرات زیراتمی هم کاربرد دارند، نحوه ثبت عکاسی و اندازه‌گیری‌های طاقت‌فرسای بدون رایانه و در نهایت تفسیر فیلم‌های عکاسی، آسان نبود؛ اما دانشمندان با صبر و حوصله دانش هسته‌ای را پیش بردند. پیشرفتی در الکترونیک و به‌ویژه ساخت ترانزیستور، گسترش آشکارسازهای الکترونیکی را فراهم آورد. آشکارسازهای سوسوزن به منظور تبدیل نور به تپ یا پالس الکتریکی از لوله‌های خلأ استفاده می‌کنند که گام مهمی بود؛ اما نیاز به ابزارهای آشکارسازی با اندازه‌های کوچک در صنعت هسته‌ای و دیگر صنایع سبب شد تا آشکارسازهای گازی پدید آیند. آشکارسازهای گازی نخست به صورت آشکارساز تک‌بن‌پار تا تک‌عنصری ساخته شدند؛ اما بعدتر به شکل چندعنصری هم تولید شدند. از دیگر سو، پیشرفت در دانش مواد، به‌ویژه مواد فراخالص یا در اصطلاح فوق‌خالص، سبب شد شاخص‌هایی به آشکارسازها افزوده شود که هم‌اکنون شرکت‌های فناوری دنیا در ساخت آن با هم رقابت دارند. همچنان که نیاز به پرسونش بیشتر، همراه با بهره‌وری و حساسیت و توان هرچه بالاتر نیاز پژوهشگران است، پیچیدگی آشکارسازها هم افزایش می‌یابد و افراد برای کار با آنها نیازمند دوره‌های تخصصی‌اند. فهرستی از انواع آشکارسازها عبارت‌اند از: شمارشگر گایگر-مولر، شمارشگر گاز یونیده، محفظه‌های چندمفتولی، آشکارسازهای نیمه‌رسانا، اسپکترومترهای مغناطیسی، آشکارسازهای فوتومولتی، آشکارساز پلیروسوسوزن، آشکارساز چرنکوف، آشکارساز ژرمانیوم، سوسوزن مایع، آشکارساز ذرات باردار پرانرژی و کم‌انرژی، آشکارسازهای نوترینو، آشکارساز نوترونی و گستره‌ای از انواع دیگر.

شتاب‌دهنده‌ها

یکی از مهم‌ترین ابزارهای دانش هسته‌ای شتاب‌دهنده‌های ذره است. شتاب‌دهنده ابزاری است که به باریکه‌ای از ذرات شتاب‌های لازم برای برخوردهای هسته‌ای و زیرهسته‌ای را می‌دهد. پیش از ساخت شتاب‌دهنده‌ها به سال ۱۹۳۲م. تنها چشمه شناخته‌شده ذرات که می‌توانست واکنش‌های هسته‌ای را شتاب بدهد، ذرات طبیعی آلفای گسیل‌شده مانند رادیوم بود. به زبان دیگر تنها واکنش هسته‌ای شناخته‌شده واکنشی بود که طی آن باریکه‌ای از ذرات آلفا یا همان هسته هلیوم با یک هسته واکنش می‌دادند یا به زبان پرسون‌تر اندرکنش هسته‌ای داشتند. طی این اندرکنش یک پروتون آزاد می‌شد. امروزه استفاده از ذره‌های زاستاری یا طبیعی آلفای گسیلی برای شتاب‌دهی واکنش‌های هسته‌ای بسیار محدود است؛ زیرا شتاب‌دهنده‌ها ذرات آلفا و بن‌پارها یا عنصرهای میان هیدروژن و اورانیوم را با شدت و انرژی بالا، تولید می‌کنند. شتاب‌دهنده‌ها هم مانند آشکارسازها پُرگون هستند اما دو نوع آنکه بسیار به گوش افراد آشناست عبارت‌اند از: سیکلوترون و سینکروترون. پرآوازه‌ترین و یکی از موفق‌ترین تجهیزات برای شتاب‌دادن یون‌ها به مقدارهایی مانند چندین میلیون الکترون-ولت، سیکلوترون است. این ابزار کارآمد را درواقع به سال ۱۹۲۹م. «لارنس» ساخت. نخستین نمونه واقعی آن به سال ۱۹۳۰م. پروتون‌های هشتاد الکترون-واتی تولید کرد. یک سیکلوترون و نیز یک شتاب‌دهنده خطی که به آن در اصطلاح لیناک می‌گویند، به وسیله یک میدان الکتریکی با بسامدی اندک و شتاب چندگانه کار می‌کند. یون‌ها در یک سیکلوترون به وسیله میدان مغناطیسی وادار می‌شوند تا در یک مسیر مارپیچ حرکت کنند. این یون‌ها در یک مرکز آهنربا که میان دو الکترود به شکل نیم‌دایره است، تزریق می‌شوند. سیکلوترون‌ها در انرژی‌های نسبیتی کارا نیستند و ابزاری دیگر لازم است. سینکروترون شتاب‌دهنده دیگری است که برای غلبه بر محدودیت‌های انرژی سیکلوترون ساخته شده است. سینکروترون برای سرعت‌های نسبیتی است یعنی برای سرعت‌های نزدیک سرعت نور، یعنی ۳۰۰ هزار کیلومتر بر ثانیه در شرایط خلأ. در یک سینکروترون شعاع مدارها به‌واسطه یک میدان مغناطیسی که با گذر زمان افزایش می‌یابد، ثابت نگه داشته می‌شود؛ همچنان که تکانه ذره هم افزایش پیدا می‌کند. شتاب در یک سینکروترون توسط یک نوسانگر بسامد رادیویی برآورده می‌شود. این نوسانگر یک انرژی افزایشی را در هر زمان که ذره از یک فاصله شتاب‌ده عبور می‌کند، فراهم می‌کند. شتاب‌دهنده معروف دیگر با نام پرتو الکترونی پیوسته شناخته می‌شود. در این نوع از شتاب‌دهنده‌ها یک پرتو الکترونی از میان چندین شتاب‌دهنده خطی عبور می‌کند. شتاب‌دهنده برای تحریک الکترون‌ها برای انرژی‌های بسیار بالا با یک نیروی الکتریکی حد پایین، از فناوری بسامد رادیویی ابررساناها استفاده می‌کند. این رده از شتاب‌دهنده‌ها پرتو الکترونی پیوسته‌ای را تولید می‌کنند که نتیجه دلخواه آن چنین است که تمام واکنش‌ها امکان اندازه‌گیری داشته باشد. شتاب‌دهنده‌ها ابزارهای پیشرفته‌ای هستند که بزرگ‌ترین آنها در اروپا و در مرکز پژوهش‌های هسته‌ای، سرن، قرار دارد. ساخت شتاب‌دهنده‌های پیشرفته و پیچیده در دنیا اگر در توان دانشی یک یا دو کشور باشد، هزینه‌های اقتصادی بسیاری دارد؛ بنابراین کشورها و نهادهای دانشی بین‌المللی با همکاری هم ساخت آن را به سرانجام می‌رسانند. نمونه آن سرن است که چندین کشور در ساخت آن همکاری دارند و از بیش از صد کشور، از جمله ایران، با سرن همکاری‌های پژوهشی دارند. به‌طور کلی برخی از شاخه‌های پژوهشی دانش هسته‌ای که با ذرات بنیادی هم هم‌پوشانی دارد، به سمت همکاری بین‌المللی گام برمی‌دارد و برخی بخش‌ها به سمت هرچه محرمانه‌تر شدن.

رایانه‌ها

از آغاز دهه ۷۰ میلادی، یعنی ۱۰ سال پیش از رویداد انقلاب در ایران، به سال ۱۳۵۷ه.خ. آرام‌آرام کامپیوترها وارد فضایی شدند که نقش بسیار مهمی را ایفا کنند؛ آن‌چنان‌که نقش زیادی در پیشرفت دانش هسته‌ای و ابزارهای هسته‌ای داشتند و دارند. امروزه کار فراتر رفته و هوش مصنوعی به همراه توان محاسباتی کامپیوترها قلب تپنده نیروگاه‌های نوین هسته‌ای هستند. از پایش نیروگاه و ساختمان راکتور و خود راکتور گرفته تا اجرای واکنش مناسب به هنگام حادثه و کمک به مهار بحران را کامپیوترها و هوش مصنوعی برعهده دارند. از زمانی که رایانه‌ها با توان رایانشی بالا در کنار شتاب‌دهنده‌ها و آشکارسازها قرار گرفتند، آزمایش‌های هسته‌ای در اندازه‌های بزرگ، در شرایط پیچیده مانند آشکارسازی بوزون هیگز و نیز مدل‌سازی سامانه‌های پیچیده و بس-ذره‌ای گام بزرگی برداشتند. همچنین رایانه‌ها کمک شایانی کرده‌اند تا مدل‌های نظری در فیزیک هسته‌ای پیشرفته از پرسونش بالاتری برخوردار باشند. به واقع اگر رایانه‌های پرتوان نباشند، امروزه اخترفیزیک هسته‌ای نظری و نیز اخترفیزیک تجربی نمی‌تواند کاری از پیش ببرد. آزمایش‌ها صورت می‌گیرند و دریایی از داده تولید می‌شود. این داده‌ها باید با رایانه‌ها تحلیل و پردازش شوند و درنهایت فیزیک هسته‌ای نظری به پیش برود. بدون رایانه‌ها دانش هسته‌ای بر روی بسیاری از رویدادهای ریزمقیاس زاستار یا طبیعت نابینا خواهد بود. نکته مهم این است که فراموش نکنیم پیشرفت دانش امری زنجیری است، سرمایه‌گذاری روی رایانه‌های پرتوان که به ابررایانه معروف‌اند به بخش دیگری از دانش و صنعت یاری می‌رساند و سرمایه‌گذاری درست و هوشمندانه در دانش و صنعت هسته‌ای به کاهش هزینه درمان و به تولید انرژی و صادرات آن و به بنیه اقتصادی کشور کمک می‌کرد؛ تنها به شرط هوشمندی و تصمیم‌های درست و به‌موقع.