

جرالد هولتن (Gerald Holton) پروفیسور فیزیک و صاحب کرسی
مالینکرافت و پروفیسور تاریخ علم در دانشگاه ہاروارد بوده کہ تحصیلات
مقطع دکتری خویش را نیز در همان دانشگاه، زیر نظر پروفیسور بریجمن
(P.W. Bridgman) بہ پایان رساند. وی از سال ۱۹۴۷ استاد دانشکده
علوم این دانشگاه بوده و در عین حال از سال ۱۹۶۷ نیز در دانشگاه ام. آی.
تی. ضمن احراز سمت استادی، یکی از اعضای بنیانگذار پروژه علم،
تکنولوژی و جامعہ بوده است. آخرین کتاب وی (تا سال ۱۹۸۶) پیشرفت

نیلز بوہر و کمال علم

جرالد هولتن
ترجمہ محمد رضا عسجدی

علم و ناهمواریهای آن، توسط همین دانشگاه چاپ شده است. این مقاله از سخنرانی پروفیسور هولتن در کنفرانس سالانه انجمن افتخاری سیگما زای (Sigma Xi) که وی در آن مدال علم و جامعه John P. McGovern را دریافت نمود، تهیه شده است.

هر نیمه از مطلع و نام این مقاله، خود موضوعی مفصل و بهنگام است که می تواند به حق، مقاله ای جداگانه را به خود اختصاص دهد. ولی در این زمان خاص، با گذشت یک سال از یکصدمین سال تولد بوهر، این دو مقوله به طوری غریب، و با جبر تاریخ، با یکدیگر عجین شده اند.

اجازه دهید که ابتدا به شرح مختصری از فعالیتهای علمی بوهر^۱ پردازیم. باور عمومی بر این است که این موضوع به پنج دوره تقسیم می شود. در دهه اول زندگی حرفه ای اش، موضوعات بینابهای (طیفهای) جذبی و نشری نور، ساختار جدول تناوبی و خواص شیمیایی ماده، ذهن وی را به خود مشغول نموده بود. از شروع دهه دوم، اوایل سال ۱۹۲۰، وی ایام سرپرستی و هدایت انستیتوی فیزیک کپنهاگ را، با توانی فراوان و چشمگیر، وقف فتح مکانیک کوانتوم کرد، در حالی که در کنار وی گروه برجسته ای از دانشمندان جوان از گوشه و کنار دنیا به چشم می خوردند. این زمانی بود که صرف موضوعاتی چون معمای موج-ذره، رابطه عدم قطعیت، مکملیت، کشف از دست رفتن فیزیک قابل مشاهده^۲ و رفع اشکالات موجود در مسائلی چون ساختار کریستال ها تا پیوند شیمیایی شد. در اواخر سالهای ۱۹۲۰ به نظر رسید که تمام خواص اتم ها و مولکول ها تنها توسط نیروی الکترومغناطیس قابل درک و توجیه است. در دهه سوم، از اوایل سال ۱۹۳۰ تا اشغال دانمارک توسط آلمان ها در آوریل ۱۹۴۰، بوهر و همکارانش درباره موضوعاتی که بعداً به عنوان کوانتیزه شدن میدان، فیزیک ذرات بنیادی و ساختار هسته اتمی شناخته شدند، مشغول به تحقیق بودند. پس از جان به سلامت بردن از دانمارک و سفر به سوئد، که متعاقباً سفر وی را به انگلستان و سپس به آمریکا در پی داشت، مرحله چهارم زندگی حرفه ای او آغاز شد. وی با دانشمندان انگلیسی، و سپس در آزمایشگاه ملی لس آلاموس (ایالت نیومکزیکو آمریکا)، در تلاش برای جلو افتادن از آلمان ها، که ساخت بمب اتمی را آغاز نموده بودند، همکاری نمود. ولی در همان حال، وی پیش از پیش با موضوعات بعد از جنگ دست به گریبان بود؛ همراه با تلاشهای ناکامی که در گشودن چشمان روزولت، چرچیل و بعدها، کادر

رهبری سازمان ملل متحد به روی موقعیتها و فرصتهایی داشت که می توانست مانع از وقوع مسابقهٔ تسلیحات هسته ای شود.

در بیست سال آخر، وی عمدتاً مشغول به کاربرد درسهای علم خویش بود و این نه تنها توسعهٔ تحقیقات فیزیکی را در بر می گرفت، بلکه در ارتباط مستقیم با همهٔ زمینه های حیات از فلسفه تا سیاست بین المللی نیز بود. وی همچنین خود را وقف بین المللی نمودن علم کرد که مصداق آن در پایه گذاری انستیتوی NORDITA و CERN و تشویق و حمایت از دانشمندان جهان سوم مشاهده می شود.

حرمت و افتخار در علم

قبل از آن که دوباره به نیلز بوهر و جایگاه و منزلت وی برگردیم اجازه دهید با رجوع به کتاب کوچک قرمز رنگی، به نام کمال علم^۳، که توسط انجمن افتخاری Sigma Xi توزیع شده است، به اختصار در مورد عزت و افتخار در علم توضیحاتی را بیان کنم. این کتاب به طور خاص، یک راهنمای عملی برای کسانی است که حرفهٔ علم را برمی گزینند. در حقیقت این نکته ای کاملاً بجا، از یک انجمن افتخاری دانشمندان چون Sigma Xi، در مقدمهٔ کتاب است هنگامی که بیان می دارد: «کمال و صداقت در تحقیق علمی برای پیشرفت آگاهی و معرفت و پاسداری از اعتماد عمومی به علم، یک امر حیاتی و ضروری است!» حال با افزایش انبوه دانشمندان فعال و سرعت چشمگیر متابولیسم فعالیت، در اختیار داشتن یک سند آموزنده در مورد حقایقی که قبلاً به اصطلاح با تمثیل و یادگیری آموخته می شد، بسیار لازم و سودمند خواهد بود. آموختن حقایقی همچون صداقت و راستی، تنها چراغ هدایت دانشمندان است که در صورت انحراف از اصول آن، خود حرفه، نظر جامعه نسبت به آن، جان انسانها و حتی خود علم در مخاطره خواهد افتاد. التزام اخلاقی در به حداقل رساندن عدم صداقتهای عمدی و اشتباهات اتفاقی، نه تنها در امر تحقیق، بلکه در قضاوتهای علمی و تحقیقاتی نسبت به همکاران و فعالیتهای آنان از اهم نکات قابل تعمق اند. و بالاخره آن که، علم نیز در مقایسه با سایر فعالیتهای اجتماعی، چندان تفاوتی نداشته و به قول ژاکوب برنوسکی^۴ ما بایستی بتوانیم به یکدیگر اعتماد کنیم؛ زیرا راستی و صداقت تنها اصلی است که موجب یکپارچگی و ثبات جامعه است.^۵

در کتابچهٔ فوق چند تمایز مفید در میان انواع رفتارهای غیر صادقانه در کار تحقیق، از قبیل

حذف نتایج و داده‌های غیرمتعارف برای بهتر جلوه کردن کار، حذف و به عبارتی «آشپزی» نتایجی که با تئوری موجود در تطابق نیستند و جعل آشکار و اختراع داده‌ها و یا کل آزمایش، آمده است. در این بخش از کتابچه، مطالعات اینجانب دربارهٔ یادداشتها و دفاتر آزمایشگاهی میلیکان در سالهای ۱۲-۱۹۱۱ آمده است و نکاتی در مورد این حقیقت، که وی در آزمایش قطرهٔ روغن برای پیدا کردن بار الکترون با انتخاب چهل درصد از ۱۴۰ نتیجه و اطلاعات به دست آمده، محاسبات خود را اعلام کرده بود.^۶

در اینجا بایستی تأکید کنم که نظر اصلی من در این مقاله معرفی کردن میلیکان به عنوان یک «آشپز» داده‌ها نیست. میلیکان محقق بزرگی بود که می‌دانست که تا چه حد می‌تواند به پیش فرضهای گریزناپذیر و داده‌های حاصل از یک دستگاه ابتدایی، پس از تصحیحات و تبدیل آنها به ارقامی معنادار، اعتماد و یقین داشته باشد. بنابراین وی تصمیم گرفت که از ۱۴۰ قطره‌ای که وی در طول شش ماه کار پرمشقت مشاهده نموده بود، فقط ۵۸ تایشان را که اکنون به نام «رویدادهای طلایی» معروفند انتخاب نماید. نتایج وی درست از آب درآمدند و مقدار بار الکترون به دست آمده برای سالها پابرجا ماند و در حقیقت، در اولین مقالهٔ مهم بوهر در توضیح طیف هیدروژن به کار گرفته شد. جایزهٔ نوبل میلیکان خالی از هرگونه شک و تردید است. در عین حال می‌بایستی این هشدار را به دانشجویان علم بدهیم که در کارهای تجربی، نبایستی از روش میلیکان تقلید نمایند. دلیل این که چرا این روش در مورد آزمایشهای میلیکان مناسب بود، و فواید و مضار استفاده از رویدادهای طلایی تا به امروز، دقیقاً از نوع موضوعاتی هستند که دانشجویان در هر کتاب خوبی که دربارهٔ تاریخ علم جدید و روش شناخت آن نوشته شده، پیدا خواهند نمود.

دانش پژوه برجستهٔ دانشگاه ییل یارزسلاو پلینکن^۷ اخیراً نظر خود را در این باب این گونه اظهار داشت که روشهای قدیمی و نیمه‌آگاهانه آموزش استandarدهای راهبردی، در هر زمینهٔ علمی، برای زمان ما و جوانان تازه‌وارد دیگر کافی نیست. وی گفت بنابراین «نفس کمال و صداقت در تحقیق دانش پژوهانه بایستی با چارچوبی روشن و مشخص به سطح وجدان آگاه ارتقا یافته» و پیشنهاد نمود که به عنوان یکی از بهترین وسایل آموزش و پرورش «هرکس بایستی تاریخ رشتهٔ علمی خویش را مطالعه نموده و به دلایل گوناگون، این امر بایستی برای دانشمندان و دانش پژوهان جوان، اجباری گردد».^۸ می‌توانید حدس بزنید که این نکته چقدر می‌تواند مورد تصدیق و تشویق قرار گیرد و من ترجیح می‌دهم به جای کلمهٔ «اجبار» جملهٔ «انجامی نیکو به

نحوی غیر قابل انکار» را به کار برم.

فصل آخر در این کتابچه مربوط به رابطه افراد جوان و قدیمی در گروه‌های تحقیقاتی است که درباره موضوع توزیع مسئولیتها در تحریر مقالات حاصل از تحقیقات مشترك و انتقاد و جدلهای احتمالی بحث می شود. البته تمام اینها مطالبی مهم و گاهی لازم هستند، ولی هنگامی که بهتر به شرافت در علم می نگرم، به چهار موضوع و یا بهتر بگویم، مسأله برمی خورم. اول طیفی از رفتارهای مخرب هستند که می توان در مورد آنها بحث بیشتری نمود. دوم موضوع تلفات علمی بسیاری است که در میان بعضی از بهترین استعدادهاى جوان ما رخ می دهد و این تازه، جدا از حالتهاى استثنايى جوابگو نبودن استانداردهاى موجود برای کارهاى علمى است. سوم و در کمال تعجب، بایستی بدانیم که در حال حاضر، چه عاملی چنین اهمیتی را به این موضوع می دهد. چهارم و مهم تر از همه، امروز با تصویری که از نیلز بوهر و دانشمندان بزرگ معاصر در بالای سر خویش داریم و با فشردگی رقابتهای علمی، که ممکن است موجب انحراف علم از مسیر سنتی اش شود، آیا زمان آن فرا نرسیده است که بدانیم قائل شدن به افتخار و حرمت برای علم نه تنها بی حرمت نمودن آن نیست، بلکه بیشتر از آن را می طلبد؟

اجازه دهید که اشارات کوتاهی درباره سه مورد اول داشته باشم و سپس به موضوع چهارم بپردازم. مایل هستم به فهرستی از اشتباهات که کتابچه اخیر، ما را از آنها برحذر می دارد، بعضی از نمونه های خود فریبی در تحقیق علمی را اضافه نمایم که به نظر من، قسمت اعظم نکاتی هستند که رسانه ها بدانها توجه کرده اند. هیچ دلیلی ندارد که فکر کنیم دانشمندان، عاری و مصون از اشتباه و خطا هستند و به گفته گوته، «در نبرد با حماقت حتی فرشتگان نیز ناتوانند». و یا به عبارت علمی بهتر، در هر نمونه آماری از انسانها بایستی انتظار داشته باشیم که منحنی توزیع نرمال، نمایانگر وضعیت موجود بوده، یعنی که در یک طرف، بال منحنی متمایل به نیلز بوهر است و در طرف دیگر آن، ساده لوحان حقیری هستند که باعث زحمت خود و دیگران می شوند. [عرض خود می بری و زحمت ما می داری!] در ابتدا و نیز در آخر، نکته قابل تذکر مهم آن که: در کمال شگفتی، فرآیند انجام کارهای علمی توسط انسانها نتیجه ای کاملاً مثبت و پربار داشته است. نکته اخیر، علی رغم همه توضیحات مفصل فلاسفه، هنوز به معجزه می ماند؛ حقیقتی که هیچ چیز نمی تواند ما را از آن غافل نماید.

نکته دوم، چند کلمه درباره موانعی است که بر سر راه تازه روآوردندگان به حرفه های علمی

قرار گرفته، و نه کسانی که کارشان کم و بیش سر و سامان بخشیدن و، به عبارتی، گرد کردن اعداد و نتایج است! از دیدگاه اکثریت جوانان تازه وارد به جرگه محققان، سخنان ما اشاره‌ای است به این حقیقت که عوامل و مؤلفه‌های دخالت‌کننده در درستی و کمال علم، و به عبارتی مرگ و حیات در دنیای آکادمیک، در داخل این صحنه تلاش نبوده، بلکه از خارج به آن تحمیل می‌شود. این اتفاقی نیست که در هر ساعت روز و در حساس‌ترین برهه شکل‌گیری شخصیت علمی افراد، تنها برای تعداد اندکی پیش‌آید، بلکه رخدادی است تلخ برای بسیاری از محققان جوان که اولین کارهای خویش را در معرض دید و قضاوت همگان قرار می‌دهند. قطع بودجه‌های تحقیقاتی از دو دهه اخیر به این طرف توسط دولتها، و نیز عدم کفایت بودجه‌های غیردولتی برای پر کردن این شکاف، یکی از عوامل اصلی است. کاهش سرمایه‌گذاریهای سرانه در علوم پایه از طرفی و افزایش هزینه آزمایشها و تحقیقات از طرف دیگر، خود موضوع قابل توجه و مرتبط دیگری است. برای بعضی از رشته‌ها مانند علوم اجتماعی، وضع از این هم بدتر بوده است؛ کاهش کامل بودجه!^۹

با تمام مشکلات فوق، اگر برای درستی و کمال در حرفه علم ارزش قائل هستیم، باید بدانیم که این کلمه به طور همزمان، دارای دو معنی است: «تبعیت و پیروی از یک معیار اخلاقی در رفتار» و همچنین «وضعیت و شرایطی درست و بی‌خدشه برای علم».

حملات و اعتراضها به فرهنگ علم نکته سوم، ناشی از شک و تردیدهای کهنه‌ای است که در مقابل جایگاه علم در فرهنگ بشر عرض اندام می‌کند. این طور به نظر می‌رسد که بزرگ‌نمایی جرح و تعدیلهای ساختگی در تحقیق، هرچند بسیار اندک و استثنایی، توسط رسانه‌های بی‌پروا، ما را در شرایط تدافعی قرار داده است. بی‌شک، هر حرفه‌ای قبل از آن که مورد انتقاد دیگران قرار گیرد، بهتر است که خود منتقد خویش باشد. سؤال آن که، آیا ما واقعاً در معرض خطر فراگیر شدن عملکردهای علمی به دور از صداقت هستیم؟ آیا زنگهای افول علم صادق به صدا درآمده‌اند؟ خیر؛ اصلاً این گونه نیست. مورخان آراء و عقاید مغرب‌زمین دو پدیده افراطی ستایش و مداحی علم و تردید و شک در علم را که با سماجتی تاریخی در کنار یکدیگر حضور داشته‌اند، مورد توجه قرار داده‌اند. یکی از همکاران، پروفیسور پرایس،^{۱۰} در کتاب قانون اساسی نانوشته اظهار می‌دارد که

نقد و نظر / سال ششم / شماره سوم و چهارم، ۵۱۳

مغرب زمینیان، بخصوص آمریکاییها، نسبت به نکته فوق واکنش مخصوص به خود را نشان می دهند. ۱۱ به عنوان یک ملت، این موضوع ریشه در فلسفه سیاسی دارد؛ ما از آغاز تجربه مان به عنوان یک ملت، عمدتاً نسبت به مراجع مسئول، ایستاری منفی داشته ایم. در یک قرن و نیم نخست جمهوریت، به دانشمندان و مهندسان به چشم بیگانه و حتی مخالف نگاه می شد؛ زیرا آنها را در شمار معارضین عقاید کهن و حتی مخالفان ناراضیان مذهبی که مؤسس کشور محسوب می شدند، می دانستند. در نتیجه، آنها وارثان اعتقاد به پیشرفت شدند، ولی پرایس اظهار می کند که نسل گذشته به طور قاطعی از این سنت فاصله گرفت. ۱۲ اکنون قسمت اعظم صاحبان اقتدار و تصمیم را دانشمندان تشکیل می دهند و بنابراین خود، هدف انتقاد و نارضایتی هستند. اگر بر این باور باشیم که صاحبان قدرت در دموکراسی ها بایستی به صورت پیوسته شایستگیهای خود را اثبات کنند، بنابراین ما هم باید این حقیقت را مورد تقدیر و تأیید قرار دهیم؛ گرچه این تبسمی است همراه با اشک. با توجه به این واقعیت که سی درصد، و یا بیشتر، از دانشمندان و مهندسان در اکثر کشورهای صنعتی به کارهای تسلیحاتی مشغولند، این خود، بهترین انگیزه برای به زیر کشیدن آنها از جایگاه عصر روشنایی علم تواند بود.

جامعه علمی با این موضوع بایستی چگونه برخوردی داشته باشد؟ به طور خلاصه، به این انتقادات غیر عادلانه بایستی با بیان بعضی حقایق پاسخ گفت. مدتها قبل از آن که رعایت ارزشهای اخلاقی به عنوان یک محور در فعالیتهای مطبوعاتی مورد پذیرش و پیروی قرار گیرد، دانشمندان و انجمنهای علمی با خلوص و صداقت کامل آن را به مورد اجرا گذاشته اند. به عنوان مثال می توان موارد زیر را برشمرد. در سال ۱۹۳۹ بریجمن^{۱۳} با ایجاد محدودیتهایی آزمایشگاه خود را برای بازدیدکنندگان از کشورهای محور، ممنوع اعلام نمود؛^{۱۴} اعلامیه ۱۹۴۵ توسط جیمز فرانک^{۱۵}، لئوزیلارد^{۱۶} و همکارانشان مبنی بر عدم استفاده از بمب اتمی علیه غیرنظامیان و مردم عادی^{۱۷}؛ نوشته های نوربرت وینر^{۱۸} علیه محققان زیست پزشکی، که کدهای مربوط به آزمایش بر روی انسانها و حیوانات را ابداع نموده بودند؛ و همین اواخر، کنفرانس آسيلمار که در آن پروژه های علم و اخلاق توسط انجمن پیشرفت علم (آمریکا) و مجمع دانشمندان آمریکایی و سایر نهادهای علمی مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت.

با وجود این، بعضی از روزنامه نگاران در غرب در پی شایع کردن این نظر هستند که دانشمندان به طور کلی نسبت به صداقت علمی بی توجه بوده و بنابراین، نیازمند یک سیستم کنترل

و بازرسی در خارج از محیط حرفه‌ای شان می‌باشند. به عنوان مثال، می‌توان از کتاب خیانت به حقیقت نوشته براد ۱۹ و وید ۲۰ نام برد. ۲۱ در صفحه اول پس از جلد این کتاب، با سرفصل «خدعه و فریب در تالارهای علم» روبه‌رو می‌شویم، که با جمله ساده و برخوردارنده «این کتاب درباره واقعت چگونگی عملکرد علم است» شروع می‌شود. نویسندگان این نکته را، که جامعه بزرگ علمی با یک میلیون و ششصد هزار عضو (تنها در آمریکا) که به کارهای تحقیقاتی مشغولند، قادر به کنترل درستی اعمال خویش هستند، به سخره می‌گیرند.

سطح انتظار این نویسندگان [از جامعه علمی] نیز، به طور طبیعی بالا بوده است. آنها برای اثبات درستی اظهاراتشان، تنها به اثبات وجود یک اشتباه و خطا در طول چند ماه، نیاز داشته‌اند و آن را برای خدشه دار نمودن جدی اعتماد عمومی به علم، کافی دانسته‌اند. حاصل تحقیق پر سماجت نویسندگان مزبور در مورد فعالیت‌های علمی بیست و چهار سال گذشته، تنها هجده مورد مشکوک و یا مشخص فریب و خدعه علمی بوده است. با بازبینی دقیق این موارد معلوم می‌شود که به استثنای مورد روانشناس معروف، سریل برت ۲۲، هیچ‌کدام از افراد مورد اتهام، محقق شناخته شده‌ای نبوده‌اند. در حقیقت، اکثریت این افراد نه تنها شناخته شده نبودند، بلکه در حرفه زیست‌پزشکی، جزء تازه کاران محسوب می‌شدند (جای تعجب است که چرا؟ شاید رنگ کردن یک موش بسیار آسان‌تر از یک کوارک باشد).

حقیقت مهمی که معمولاً به سادگی فراموش می‌شود، آن‌که گزارش‌های گاه و بیگاه از فریب و یا اشتباه در کار علم، تنها روی تاریک سکه‌ای است که طرف دیگر آن بسیار تابان و روشن است. مرزهای تحقیق علمی برای همه، حیطة‌ای است فراخ و باز؛ حتی برای کسانی که ممکن است پس از آن معلوم شود که با این فرهنگ علمی سنخیت نداشته‌اند. این تعداد بسیار اندک و مستند از سوءاستفاده‌ها، که محق محکوم شدن نیز هستند، در حقیقت و به عبارت دیگر، قیمتی است که بایستی برای باز بودن مرزهای علم در گزارش کشف‌های جدید، پرداخت نمود. از طرف دیگر، اگر قرار باشد که در میان این صدها هزار عضو جامعه علمی، هر چند ماه یک بار هم خطایی یافت نشود، این بدان معناست که جهان علم دیگر شاهد یافته‌های جدید و بکر و ناآشنا نخواهد بود. در آن صورت، علم، نظامی مطلق و کاملاً ضد خطا خواهد بود که از هرگونه ابهام تهی است. چنین سیستمی غیرممکن است که بتواند کار کند.

علاوه بر این، گذراندن تمام کارهای علمی از بعضی ساز و کارهای تأیید و تصدیق اخلاقی،

به جای مراقبتهای منطقی در یافتن متخلفان، امری است حقیقتاً پرهزینه، که از طرفی کشف و جذب استعدادهایی چون گاليله ها و نیوتون ها را مشکل تر می سازد؛ گرچه همراه با این برگزیدگان، استعدادهای درجه دوم و سوم نیز در گوشه و کنار خواهند بود.

با این همه، اگر نظام کنترل محکم تری مورد نیاز باشد، می توان پرسید که چه کسی باید مسئولیت تملک، ایجاد و اعمال آن را به عهده داشته باشد؟ چنین نظامی مایل و قادر به فراهم آوردن چه موضوعات مرتبطی خواهد بود؟ فراموش نکنیم که در گوشه و کنار، همیشه کسانی آماده هستند که عالمان و دانشمندان را در صراط مستقیم نگاهداشته و آنها را برای گمراهی و ارتدادشان مورد مجازات قرار دهند. در این میان، می توان از دو گروه در دو طیف مقابل یکدیگر یاد نمود: یکی، گروهی که اعتقاد به یک خلقت آبی^{۲۳} داشته و دیگری، کسانی نظیر فیلسوف فقید، ایمر لاکاتوش،^{۲۴} که هدفش وضع تعریفی جهانشمول برای تمایز بین برنامه های تحقیقاتی متعالی و برنامه های منحط می باشد. در نظر وی، فیزیک ذرات بنیادی معاصر، نمونه بارز تحقیقات منحط بود. وی حتی پیشنهاد کمک خویش را در عدم قبول این فعالیتهای منحط به سردبیران نشریات علمی و مؤسساتی که کمکهای مالی در اختیار این محققان می گذارند، مطرح کرد و قوانین قابل اجرایی را که توسط یک هیئت منصفه غیرمتخصص (به عنوان مثال، کنگره) برای قضاوت در این امر لازم است پیشنهاد نمود.^{۲۵} بایستی گفت که هنوز هم دود از کنده چنین عقایدی برمی خیزد؛ کنده ای که با آن، همه گرفتاران معتقد به یک سیستم مطلق گرا سوختند.

بوهر چونان یک الگو

اکنون می توان روشهای تعریف علم را، به صورت منفی و مدافعانه، با حراست آن در مقابل خطا به وضوح مشاهده نمود. بدون شک، این یک تجربه مفید و ضروری است، ولی به طور قطع، نیاز به بازگویی جنبه مثبت قضیه در تعریف کمال در علم داریم. شما به همکاران و دانشجویان جوانتان، که این کتابچه کوچک را خوانده اند، در پاسخ این سؤال که «بسیار خوب، ولی لطفاً به ما بگویید که چه چیزی الهام بخش شما در انتخاب این پرافتخارترین راه برای گذران عمرتان بوده است»، چه پاسخی خواهید داد؟

می توان با نشان دادن یک استاندارد و الگو یعنی با نگاه به زندگی و کار اینشتین^{۲۶} و یا نیلز بوهر^{۲۷} و شاید جیمز فرانک، ماکس فون لائو،^{۲۸} لیز مایتنر،^{۲۹} هانس بته^{۳۰} و بسیاری دیگر،

پاسخی مناسب را عرضه نمود. همه آنها با تبیین معنا و مفهوم عملی جمله افتخار در علم، خود را وقف دو هدف، یکی جستجویی خدشه ناپذیر برای یافتن حقایق در ارائه تصویری علمی و همگون از عالم و دیگری به کار بستن منطق و ادراک خدادادشان در راه ایجاد جهانی معقول تر، نموده اند. با التفات به روح مطلب، اجازه بدهید که به موضوع نیلز بوهر برگردیم؛ الگویی صادق از تعالی و کمال. وی تا پایان عمر، حائز چهار اصل کمال در علم بود که می تواند سرمشقی برای زمان معاصر باشد.

اولین اصل از چهار اصل مورد اشاره، به طور ساده چنین است: سعی کنیم که با تمام نیرو و توان و به هر قیمتی که شده مطلب را صحیح و درست بفهمیم. ممکن است که در این تلاش نیازمند کمک و راهنمایی باشیم، ولی بعد از آن، باید با شجاعت و اعتقاد به دیگران ثابت کنیم که نظر و عقیده علمی ما درست است. تعبیر و تفسیر بسیار دقیق و موشکافانه اصل کمال علم ممکن است موضوعی بسیار مشکل و ناامیدکننده از آب درآید؛ بخصوص هنگامی که مسائل مهمی مطرح نظر و مورد بررسی قرار گرفته اند. من در مطالعه زندگی نامه خودنوشت و نامه های بسیاری از دانشمندان بزرگ، با مشاهده کلمه «یأس و نومیدی» بارها و بارها شگفت زده و حیران شده ام. هایزنبرگ در جایی، در بازگویی همکاری اش با بوهر در سالهای ۱۹۲۶ و ۱۹۲۷ اظهار می دارد: ما هیچ گونه شکی درباره صحت مکانیک کوانتومی نداشتیم، ولی با وجود این نمی دانستیم که چگونه باید درباره آن صحبت کنیم. این مباحثات ما را در حالت «نومیدی کامل» قرار داد.^{۳۱}

در میان ما کسانی که توفیق ملاقات و صحبت با بوهر را داشته اند، خوب می دانند که او همیشه در حال تلاش برای درک مطلب و انتقال یافته های خویش بود. یک بار از او پرسیدم که در مقایسه با نوشته هایش، چرا صحبت های وی به نظر غامض و پیچیده تر می آیند. او در جواب گفت: «من نمی توانم واضح تر از آنچه در ذهنم می گذرد صحبت کنم.»

بار دیگری از وی، در مورد زمانی که برای همکاری با ج. ج. تامسون به کالج آمده و پس از سه ماه آنجا را به مقصد منچستر، یعنی محلی که راترفورد در آن مشغول به کار بود، ترک کرده بود، پرسیدم. بوهر جواب داد: تبحر من در زبان انگلیسی بسیار کم بود و بنابراین، هنگامی که تامسون درباره نظریه هایش صحبت می کرد، تنها جوابی که می توانستم بدهم این بود که «این اشتباه است.»

حال، می توان این ماجرا را در جایگاه تاریخی اش مورد بررسی قرار داد. در آن زمان، بوهر

به عنوان یک فرد عادی، در بیست و شش سالگی دوره فوق دکترای خود را می‌گذراند، ولی می‌دانست که نظریات تامسون بر پایه فیزیک کلاسیک قرن نوزدهم قرار گرفته‌اند و در مورد مسائلی که امروزه آن را حالت جامد می‌نامیم، قابل استفاده نیستند؛ حال آن‌که رساله دکتری بوهر نیز درباره همین مسأله بود. حال، وضعیت این‌گونه است: جوانی از دانمارک که میهمان سرجان راترفور، کاشف الکترون، است؛ مردی با پیش از دو برابر سن او، رئیس آزمایشگاه کاوندیش، برنده جایزه نوبل ۱۹۰۶، دارنده لقب شوالیه و قهرمان، و کسی که در حال تحقیق بر روی تابشهای مثبت است، که به زودی منجر به کشف ایزوتوپ‌ها خواهد شد. بوهر سالها بعد در یکی از مصاحبه‌های قبل از مرگش، درباره اظهار نظرش نسبت به تامسون، ضمن اظهار تأسف، با تناسبی بجا خاطر نشان کرد که تامسون علاقه‌ای به شنیدن صحبت‌های جوانی که نظریه الکترونی وی را «حتی اندکی بهبود بخشد»، نداشت. در این رویارویی، این بوهر بود که اصل اول را پاس داشت و نه تامسون؛ لزوم درک صحیح مطلب به هر قیمتی که شده.

باید اضافه کنم که تبعیت از این هنجار، خطرپذیری در مجاهده برای کسب نظریات مشکل به دست آمده علمی را بر جنبه قابل قبول و باب روز بودن آن مرجح می‌دارد. در زندگی و تلاش بوهر، بسیاری از این جلوه‌های پرتوان را شاهد بوده‌است. در همان اوان رسیدن به منچستر وی، همان‌گونه که در یکی از آخرین مصاحبه‌هایش اعلام کرد، دریافت که نظر راترفورد درباره اتم هسته‌ای درست است و علاوه بر آن «به نظر می‌رسد که اتم از داخل تا به خارج تحت یک نظم کوانتومی است». ۳۲ این درک و تشخیص، بلافاصله پایه‌های اولین کار بزرگ بوهر را تشکیل داد. با آن که خود راترفورد در اولین کنگره سالوی حضور داشت، هیچ‌یک از فیزیکدانان بزرگ عصر اشاره‌ای به نظریه هسته‌ای وی نکردند و چند سال طول کشید تا کار وی و همچنین نتایج بوهر و موزلی توسط دانشمندان به رسمیت شناخته شود؛ در حالی که نظریه‌های کوانتومی پلانک و اینشتین از همان ابتدا، مورد پذیرش همگان بودند. بوهر یکبار همه چیز را با جرأت به قمار گذاشت، که نتیجه‌اش مقاله معروف «اتم بوهر» در سال ۱۹۱۳ بود. این نظریه سالهاست که جای خود را در کتابهای درسی باز کرده، ولی مقبولیت آن در زمان خود داستان دیگری است. اتواشترن در گزارشی گفته است: «اگر این مزخرفات درست باشد من حرفه فیزیک را ترك خواهم کرد.» بعدها بوهر اظهار داشت که تأسف و توافق عموم حاکی از این بود که «وجود چنین مقاله‌ای نمی‌بایست مقالات مربوط به طیفها را آلوده می‌کرد». ۳۳

مخاطره‌ای که بوهر در مقاله سال ۱۹۱۳ خود پذیرا شد می‌توانست اعتبار حرفه‌ای اش را خدشه‌دار سازد. این فیزیکی بود کاملاً متفاوت با فیزیک نیوتن، ماکسول، پلانک، تامسون و حتی راترفورد.

قبلاً گفتم که بخشی از کمال، تمامیت و امانت علمی، آن است که برای یافتن حقیقت، خود را در معرض گفت و شنود و هم‌سخنی با دیگران قرار دهیم. دانش جدید در ذهن یک شخص آغاز می‌شود، ولی بقای آن منوط به وفاق و پذیرش و اجماع جامعه علمی است. بوهر، چقدر نیک این حقیقت را می‌دانست! زمانی که مربی وی، راترفورد، نسخه خطی آن مقاله را دریافت کرد، علی‌رغم مخالفت شخصی اش آن را برای چاپ ارسال نمود و اضافه کرد: «تصورم این است که شما به قضاوت من در اعمال جرح و تعدیلهای لازم در مقاله تان اعتراض نداشته باشید؟»^{۳۴}

طفلك راترفورد! یک نسخه بسیار طولانی تر از نسخه اول در راه رسیدن به او بود و اندکی بعد نیز خود بوهر برای ملاقات وی از دانمارك وارد شد. برای شبهای طولانی آنها همه نکات را مورد بحث قرار دادند. بوهر نوشته است که در آخر، راترفورد اقرار کرد که وی نمی‌دانست بوهر چقدر لجوج و سرسخت است؛ او (راترفورد) بالاخره رضایت داد که تمام نکات جدید و قدیمی را در نسخه نهایی ملحوظ دارد.^{۳۵} سپس بوهر راهی گوتینگن و مونیخ شد که در آنجا نیز موفق به متقاعد نمودن فیزیکدانهای قدیمی گردید.

اینشتین هیچ‌گاه به مکتب کپنهاگی مکانیک کوانتومی روی نیاورد و این موجب عدم خوشحالی واقعی بوهر بود. اندک کسانی تحت تأثیر حمیت و اصرار عمیق او قرار نگرفتند. همکاران بوهر، نظیر لئون روزنفلد، واقعاً تحت تأثیر تلاش حیرت‌آور او برای رسیدن به وضوح در میان مفاهیم بنیادی قرار گرفته بودند. ولی نقل قول دلخواه بوهر از فردیک شیلر چنین بود: «فقط تمامیت و کمال باعث وضوح و روشنی است و حقیقت در اعماق جای گرفته است.» برای یافتن گنجهای واقعی باید آماده فرو رفتن به اعماق ژرف و هولناک باشیم؛ مکان خطرناکی که در انتهایش دو دیواره عظیم روبه‌روی یکدیگر واقع شده‌اند. تحمیل چنین تلاش قهرمانانه‌ای بر خویشتن و خروج فاتحانه از آن، افتخار واقعی در علم است.

تلاش در همبستگی بیشتر علم اکنون به بیان اصل دوم می‌پردازیم. این اصل درباره تفاوت بین انتخاب مسائل محدود تخصصی و

نسبتاً امن، به قیمت تجزیه و جزء جزء کردن مطلب، در مقایسه با انتخاب مسائل مشکل تری که موجبات فراهم آوردن یکپارچگی و پیوستگی در موضوع است، می باشد. چکیده مطلب در بیان اصل دوم آن که: سعی کنید که در وهله اول، عالم باشید و بعد متخصص. اگر قابلیت شما بیش از ساختن تک تک آجرهایی است که مورد استفاده دیگران قرار بگیرد، زندگی خود را وقف بنایی کنید که اینشتین آن را معبد بزرگ علم نامید.

باز، نیلز بوهر نمونه کامل آن چیزی است که ما بدان نیازمندیم؛ حتی در مقاله سال ۱۹۱۳ خود، جایی که وی به شکل اولیه اش، اصل تطابق را برای ارتباط فیزیک کوانتومی با فیزیک کلاسیک در محدوده مدارهای بزرگ معرفی نمود. این اصل پل بسیار نیرومندی است که بوهر برای سالها آن را به کار برد؛ برای مثال، در نظریه توقف ذرات متحرک سریع در ماده، به سال ۱۹۴۸. به گونه ای مشابه، وی با معمای نور و ماده برای دو دهه مشغول بود. او سعی کرد تا در هر یک از ناپیوستگیهای حاصل از اثرات کوانتومی، با پیوستگی موجود در فیزیک کلاسیک تلفیق و مصالحه ای ایجاد نماید. نگاه وی به علم به مثابه ساختمانی یکپارچه، تفکراتی را در وی موجب شد که به زمینه های علمی خارج از فیزیک نیز راه می یافت؛ یعنی موضوعاتی که از زمان هلمهولتز و ارنست ماخ به این طرف، کمتر کسی جسارت دست اندازی به آن را داشته است. ذهن او به طور پیوسته، با این مطلب که از وی نقل می شود درگیر و مشغول بود: «درس معرفت شناسی ای که توسعه جدید فیزیک اتمی به ما بخشیده است و ارتباط

آن با سایر زمینه‌های آگاهی انسان. ^{۳۶} درس مهم مکانیک کوانتومی آن که، الزامی به شرح جزء جزء شده فرآیندهای اتمی نیست (نظریه‌های متناوب برای پدیده‌های متفاوت)، بلکه مکانیک کوانتومی مشاهده یکپارچگی و تمامیت فرآیندها در اتم‌ها را ممکن می‌سازد.

آیا نمی‌توان این درس را در سایر زمینه‌ها نیز به کار برد؟ وی معتقد بود که این امکان پذیر است؛ و در تعقیب همین عقیده، در مقالات خویش «مسائل بیولوژیکی و انسان‌شناسی» را مورد مذاکره قرار داده و با توصیف صور یکپارچگی مرتبط با مفاهیم عمومی فیزیک اتمی، تمایز موجودات زنده و فرهنگ بشر را در قالب فوق عرضه نموده است. ^{۳۷}

پیگیری بوهر درباره اصل دوم، بخشی از آن آرزوی قدیمی «یگانگی همه علوم» است؛ جمله‌ای که وی به طور مکرر به کار می‌برد. این صرفاً یک جمله و آرزوی تهی از مفهوم و معنا نیست. علم همانا تصویری زنده و مرتبط از جهان است که امروزه در هر رشته مهم تحقیقاتی خود را نمایان می‌سازد. در حقیقت، یک مقاله تحقیقاتی جدید درباره نظام عالم وجود، معنایی است که اجزاء تکه تکه شده آن را «فیزیک ذرات بنیادی»، «نسبیت عمومی»، «ریاضیات کاربردی» و «انجوم تجربی» تشکیل می‌دهند. یک آزمایش در فیزیولوژی عصبی نیازمند بسیاری از تخصصها در فیزیک، شیمی، بیولوژی، فن‌آوری یارانه‌ای و مهندسی به طور همزمان است. این مثالها اکنون دیگر به صورت یک قاعده در آمده‌اند. همان طور که برونوسکی گفته است، «علم مجموعه‌ای از حقایق نیست، بلکه روشی است برای یافتن نظم و، سرانجام، یکپارچگی و شعور در حقایق طبیعت». ^{۳۸}

با آن که بوهر مستقیماً در زمینه‌های خارج از فیزیک کار نکرد، ولی بسیاری از همکاران جوانش را در این امر تشویق و ترغیب نمود. یک نمونه اصلی، ماکس دلبروک است که با خوشحالی تمام اذعان می‌کند که محرک و مشوق وی در تعقیب کارهای اولیه اش در بیولوژی، به طور مستقیم، پیشنهاد بوهر بوده است که «همچون اصل مکملیت در فیزیک، در بیولوژی نیز باید اصل مشابهی وجود داشته باشد». ^{۳۹}

علم در چارچوب دیدگاههای جهانی
با رسیدن به اصل سوم که در زندگی و حرفه بوهر متجلی است، حیطة عمل، فرصت و تعهد به دانشمندی مسئول بودن، بُعد عمیق تری می‌یابد؛ به طوری که سرمشق گرفتن از الگویی چون

بوهر، خود یک تلاش و مجاهده محسوب می‌شود. کشفیات علم جدید و «عادت صداقت در آزمایش» اکنون هر دو به طور کامل در فرهنگ جهانی ریشه دوانده‌اند. اصل سوم کمال در علم را می‌توان چنین بیان کرد: «علم بخشی از نگرش جهانی زمان حاضر است و باید باشد. این یک نشان، منظر و بصیرت است که در مورد آن باید تفکری خلاقانه داشته باشیم، از آن دفاع کنیم و به آن بیفزاییم.»

راههای متفاوتی برای به کارگیری چنین دیدگاهی وجود دارند که بوهر در هر یک از آنها نیز فعالیت داشت. یکی از مهم‌ترین این موارد موضوع آموزش و پرورش است؛ نیاز به عرضهٔ درک و فهم علمی به تمام قسمتهای جامعه، زیرا این جهان نوین برای شهروندان ناآشنا با حقایقی که مرتبط با آنها و تعیین‌کنندهٔ سرنوشت و اعمال آنهاست یک دنیای خیالی است. چنین افرادی در حقیقت، معتدل و سالم نیستند.

نکتهٔ دیگر، ارتباط بین علم و سیاست‌گذاری است. اگر این ارتباط درک نشود و اگر کاربریهای فنی برای خیر و شر، شفاف و روشن نباشند، نفس دموکراسی در مخاطره خواهد بود. زیرا رهبران جامعه گرفتار وهم و خیال شده‌اند (چه از جانب مخالفان علم جدید و فن‌آوری و چه از جانب کارشناسان فنی) و کل جامعه قادر به مشارکت در اتخاذ تصمیمات اساسی که دارای جنبه‌های فنی هستند نخواهد بود.

برای بوهر در بیست سال آخر عمرش، این یک اشتغال فکری جدی بود؛ یافتن پلی بین آگاهی علمی و رشته‌های غیرعلمی، چون اصول اخلاق، هنر و فلسفه. یک نویسندهٔ شرح حال بوهر می‌گوید که «در جوانی، تعلیمات استاد فلسفه اش (پروفسور Hoffding) اشتیاق عمیقی را دربارهٔ ارتباطات ذاتی بین همهٔ زمینه‌های معرفت در وی برانگیخته بود. او حتی به فکر نوشتن کتابی در مورد نظریه معرفت افتاد.»^{۴۰}

او در پرتو این آرزو و همت بلند، سرانجام راه پرشکوه تری را برگزید که همانا در اصل مکملیت در سال ۱۹۲۷ عیان شد. دربارهٔ این اصل، تبیین‌ها و توصیف‌های گوناگونی ارائه شده است. کوتاه‌ترین فرمول‌بندی توسط خود بوهر، این‌گونه بیان شده است: «هر کاربردی از مفاهیم کلاسیک، به طور همزمان مانع استفاده از دیگر مفاهیم کلاسیکی می‌شود که تحت یک ارتباط متفاوت برای توضیح و روشن‌سازی پدیده، مورد نیاز و دارای اهمیت برابر هستند.»^{۴۱}

به قول رابرت اوپنهایمر و بسیاری دیگر، موضوع اصلی در سه سؤال نزدیک و مربوط به

یکدیگر خلاصه می شود:

عینیت و درست بینی چیست؟ واقعیت چیست؟ آیا عالم، جبری است یا خیر؟ برای فیزیک کلاسیک، این که جهان جبری است، و به عبارتی، با دانستن مکان و مقدار حرکت تمام اجسام، مسیر آینده همه تاریخ قابل محاسبه است، امری بدیهی و ممکن است. ولی بوهر پرسید: آیا این نکته در مورد مقیاسهای اتمی نیز صادق است؟ آیا جهان، مستقل از سلیقه و تمایلات ما و مستقل از تصمیمات و ترتیبات آزمایشگاهی، قابل فهم است؟

همان طوری که می دانیم، شصت سال قبل، پاسخ بوهر، هایزنبرگ و سایر اعضای آن گروه به این سؤال، یک «نه» رسا و واضح بود. آگاهی عینی و بیطرفانه از یک پدیده، به گفته بوهر، آن چیزی است که شما تحت یک گزارش کامل و همه جانبه از نحوه ترتیبات آزمایش انجام شده در مورد پدیده و دستگاههایی که در مقیاس زندگی روزمره و قابل بیان به زبان عادی (که ریاضیات نوع منجز و خلاصه شده آن است) است مورد دقت و درك قرار می دهید. بین مشاهده شونده و دستگاه مشاهده کننده هیچ مرز و دیوار مشخصی وجود ندارد. این مرز متحرك است و تعبیرهای گوناگون، که ناشی از جابه جاییهای متفاوت این مرزند، همگی مکمل یکدیگر می باشند. این نتایج همگن با هم، توضیح و بیانی از آنچه ما آن را واقعیت می نامیم به دست می دهند. بنابراین، عینیت بر طبق مکتب کپنهاگی و به تعبیر اوپنهایمر، نه یک شاخص هستی شناسی است و نه تعریفی از خواص وجود، بلکه مشکل و مسأله همانا ایجاد تماس و ارتباط می باشد.

من در فرصت دیگری به ریشه های اصل مکملیت بوهر و امید وی در بسط آن به موضوعات متضاد و مانعة الجمع دیگری چون اندیشه و فکر، رجعت به خویش، عدالت و صداقت، پدیده های سلول زنده و تجزیه و تحلیل بیوفیزیکی و بیوشیمیایی موجودات زنده پرداخته ام. با زنده نگاهداشتن آرزوهای بلندپروازانه وی برای آزمایش و امتحان، من البته به پیروی از اصل سوم، مبلغ پذیرش عمومی راه حل بوهر برای این موضوعات نیستم، بلکه در حقیقت به دنبال نشان دادن تلاش و جهادی هستم که صرفاً زاده نبوغ است. ما باید با مشی متواضعانه ای، هر آنچه در توان داریم انجام دهیم؛ که در غیر این صورت، فرهنگ عمومی طردمان خواهد کرد. آزمایشگاه محل کار ماست، ولی نباید تبدیل به مخفیگاه ما شود.

عظمت همت بلند بوهر در این است که با کاربرد نظریه مکملیت، سعی در درك و فهم تفاوت های مکاتب مختلف، سنتها و فرهنگها دارد. اهمیت و بزرگی مسئولیت در نظر وی، ناشی

از آن است که در روش سنتی تعارض بین جوامع، جدالها برای نابودی دیگری است، در حالی که در عصر اتمی این روش تضمینی است برای یک فاجعه جهانی و خودکشی همگانی. به گفته بوهر، «مانع اصلی برای رابطه ای صلح آمیز بین جوامع گوناگون بشری، تفاوت‌های ریشه دار در سابقه سنت‌های آنهاست که هرگونه مقایسه ساده و پذیرش متقابل بین فرهنگها را مشکل می سازد و در این دیدگاه، اصل مکملیت اهمیت خود را در ارتباط با وضعیت مساله و موضوع عیان می سازد». ۴۲

وی هیچ گاه امید خود را برای رسیدن به هدف از دست نداد؛ گرچه می دانست که آسان و سریع به دست نخواهد آمد. یک روز قبل از مرگ در آخرین مصاحبه اش، وی اظهار داشت: «هیچ فیلسوفی نیست که به درستی معنی تعریف مکملیت را بفهمد، این موضوع بایستی در مدارس فراگیر شود. برای مدت مدیدی فیلسوفان، نظام کپرنیکی را نپذیرفتند، ولی در نهایت، شاگردان دریافتند که چندان هم نظر بدی نیست؛ و این گونه بود که تبدیل به یک آگاهی عمومی شد. من فکر می کنم که نظریه مکملیت نیز چنین وضعیتی دارد».

مسئولیت دانشمندان نسبت به جامعه

حال بایستی به اصل چهارم، [یعنی] آخرین و مهم ترین و مشکل ترین اصل پردازم: تعهد خاص دانشمندان برای آن که هر یک در حد توان خویش، شهروندان مسئولی باشند. می توان دلایل بسیاری را برای ویژه بودن این تعهد ذکر کرد. واضح ترین آنها عبارت از آن است که: برای دانشمندان شدن و دانشمندان زیستن در این جهان دردمند، ما وارثان مزیتها و حقوق ویژه ای از منابع کمیاب و نادر، و زحمات گذشتگان و پدران علمی خود هستیم. علم مکانیکی را که در مدرسه آموختیم، حاصلی تولد یافته از درد و رنج گالیله است که در پیری و کوری و در زندان خانگی، کتاب خود را برای نوشتن دیکته می کرد. کپلر مانند سگی در جاده جان سپرد؛ وی در راه سفری بیهوده برای تهیه هزینه چاپ کتاب خویش بود؛ کتابی که ما بعدها قوانین وی را از آن آموختیم. در حقیقت بسیاری از معادلاتی که ما امروزه متکی بر آنها هستیم حاصل خون و عرق گذشتگان دور ما، که اکنون فراموش شده اند، می باشند. ما نه تنها بر شانه های چند غول، بلکه بر مزار هزاران تن ایستاده ایم. علم بنا به طبیعتش حاصل انباشت و توافق عمومی بوده و فعالیتی است که سراسر فضا و زمان را دربرمی گیرد. به علاوه، هر کشف تازه علمی دیر یا زود قابلیت تغییر قسمتی از زندگانی

بشر را دارد که در همه موارد نیز بهتر و مطلوب تر نیست. تحت این شرایط می توان نتیجه گرفت که، تنها و تنها زمانی که حقیقت و خیر عموم مدنظر باشد، علم دارای توانایی و اعتبار اخلاقی است. این بدین معنا نیست که هر عالمی چون اینشتین و بوهر ملزم به اشتغالات و فعالیت های خارج از حیطه علم است و نیز بدان معنا نیست که بودجه لازم برای سینکروترون برخورددهنده ذرات و نیز سایر دستگاهها، که پیشرفت و آینده علم منوط به آنهاست، تخصیص داده نشود. منظور من این است که باید همه جوانب حرفه علم را به صورت یک کل نگریست و ما باید بپذیریم که این گروه با همه اعضایش، پاسخگویی مسئولیتهای ویژه ای هستند که تصمیمات اساسی سیاست گذاری، منوط به و متأثر از آنهاست. نکته ویژه دیگری هم که بعضی مایل به ذکر آن هستند آن که، امروزه سرازیر شدن تعداد بسیاری از مغزهای توانمند به حیطه علم و فن آوری، موجبات کمبودی متناظر در بقیه جهات و جنبه های لازم برای سیاست گذاری شده است.

بار دیگر، نیلز بوهر یک شهروند الگو و بی مثال در جمهور علم است. این مهم به شیوه های گوناگونی حاصل شده است که در ابتدا، به صراحت و صداقت و روحیه باز او در تشویق استعداد های تازه و جوان، صرف نظر از ملیت آنها بازمی گردد. ولی از بسیاری مشاهدات و شواهد، ما بایستی در نهایت، الگویی را که وی در از خود گذشتگی و مخالفتش با مسابقه تسلیحاتی بنا نهاد، انتخاب کنیم. او نه تنها پیش از دیگران، باور داشت که بمب اتمی می تواند مقابله ای با تلاشهای مشابه آلمان برای دستیابی به آن باشد، همان طور که از نامه های وی به رئیس جمهور روزولت و بعد به سازمان ملل پیداست، بلکه از طرف دیگر معتقد بود که چنین سلاح مخوفی پایانی است برای قابلیت تحمل و پذیرش جنگ. بنابراین وی نوشت که «در انتظار یک آینده پرتفاهم به خاطر فرصتهای استثنایی ای است که پیشرفت علم به بار آورده است». ۴۳

برای رسیدن به این هدف، آن گونه که وی به وضوح بیان داشت، جلوگیری قطعی از مسابقه تسلیحات هسته ای بعد از جنگ امری لازم بود. برای رسیدن به این هدف مهم و صلح جویانه جمع آوری تمام توان دانشمندان، علاوه بر انرژی اتم ها، مورد نیاز بود. این بدان معناست که ما نیاز به دنیایی آزاد و باز داریم که در آن بتوان توافقنامه های کنترل سلاح های هسته ای را مورد بررسی و تأیید قرار داد و اطلاعات فنی را برای اهداف صلح آمیز مبادله نمود و همچنین به تبادلهای فرهنگی پرداخت.

وی به خوبی می دانست که مانع اصلی، رفتار مناسب با شوروی است که اغلب مورد هجوم

قرار گرفته و این بار نیز به سختی ویران شده بود. شهروندان آن خود را ملتی بزرگ می دانستند در محاصره، ولی تسلیم ناپذیر. برای اجتناب از یک دشمنی مرگبار و برانگیختن سوءظن روسها، وی در سال ۱۹۴۴ و اوایل سال ۱۹۴۵ معتقد بود که باید با آنها در زمانی که هنوز جزء متفقین هستند به تفاهم و درک متقابلی دربارهٔ مصلحت عمومی که شامل کاربردهای صنعتی انرژی هسته ای می شود، رسید.

بهر فرصتی استثنایی را، قبل از توسعهٔ کامل سیستم های نوین سلاحهای هسته ای، درک کرده بود؛ فرصتی که در آن، رقابتهای تاریخی و سنتهای متضاد به همراه تواناییهای بالقوه منفی آن قابل احتراز و دوری جستن بود. وی همچنین دانشمندان ملل مختلف را، که بر فراز مرزهای ملی شان، به همکاریهای بین المللی خو گرفته بودند برای کمک به حل مسأله با دولتهای متبوعشان تشویق و ترغیب نمود. و بالاخره، وی امیدوار بود که رهبران سیاسی جهان، گروهی کافی از سیاستمدارانی را که در مورد این گونه مسائل می توانند با دانشمندان به تبادل نظر پرداخته، حرفهای آنها را بفهمند، در اختیار داشته باشند.

البته ما می دانیم که چگونه وقایع به گونهٔ دیگری پیش رفت. در اوایل سال ۱۹۴۴ چرچیل و به تشویق وی، روزولت توافق کردند که رهبری اتحاد جماهیر شوروی با سرنوشت محتوم توسعه و ساخت بمب اتمی روبه رو شود. آنها شرط بستند که سرّی بودن قضایا کارساز بوده و ساخت سیستم سلاحهای هسته ای مشابهی توسط شوروی در آینده، بسیار کند خواهد بود. هیچ یک از این حدسها درست از آب درنیامد. تصادفاً هر دوی آنها موافقت کردند که بوهر دقیقاً تحت نظر (و یا جاسوسی) باشد. اگر تصمیم گیری فقط با چرچیل می بود وی ترجیح می داد که او را توقیف کند.

دانشمندان و پژوهشگران برای سالها به این مباحثه ادامه خواهند داد که آیا عدم وجود ترس در دو طرف، بویژه عدم ایجاد احساس انزوا در استالین و اطرافیانش، می توانست نتیجهٔ دیدگاه و بصیرتی باشد که بوهر برای جهانی پیشرفته و همساز داشت؟ اوپنهایمر با شیوهٔ فصیح و شیوایی همیشگی اش نظر پرامید فوق را چنین بیان کرده است: «من فکر می کنم که اگر با درایت و احتیاط و وضوح، یعنی طبق نظر بوهر، عمل کرده بودیم، می توانستیم از احساس سست خداگونه بودن و توهماتمان دربارهٔ کارایی پرده پوشیها رها شده، جامعه مان را در راه فردایی سالم تر که ارزش زیستن داشته باشد، هدایت نماییم.»^{۴۴}

این سخنان یادآور این نکته است که جهان امروز تا چه اندازه در رویارویی با لحظاتی از تاریخ سرنوشت ساز کنونی شرایطی مشابه با آن زمان را دارد. یک بار دیگر، همان گونه که نیلز بوهر و دیگران در چنین مقاطعی نشان داده اند، اختیار و توانایی اخلاقی دانشمندان به عنوان شهروندانی که با جدیت، شجاعت و فصاحت، به موضوع می پردازند، مورد آزمون و امتحان قرار خواهد گرفت.

با در نظر گرفتن این چهار اصل، هنگامی که همکاران و دانشجویان ما درباره کمال و تمامیت علم می پرسند، بایستی در جواب، آنها را به نیلز بوهر هدایت کنیم؛ به آنها بگوییم که این کمال، تنها با ترس از محرومیت و مجازات برای اعمال غیر اخلاقی، کسب نخواهد شد، بلکه باید با عمل مثبت و درک تاریخ بزرگ علم و جایگاه ممتاز ما در آن به دست آید. با نیرو گرفتن از هدف نهایی، زیبایی و جدیت در جستجوی ما دانشمندان، با برانگیخته شدن از امید فزاینده ای که علم راهی به سوی جهانی یکپارچه و همگن است، و نیز با توجه به مسئولیتمان، به عنوان شهروند این جهان، نسبت به جامعه بزرگ تری که ما را در خود پرورانده است ادای دین و وظیفه نموده، در بهبود حیاتش کوشا باشیم؛ که در غیر این صورت، همراه با آن منقرض خواهیم شد.

پی نوشتها:

۱. Niels Bohr دانشمند فقید دانمارکی که از واضعان فیزیک و فلسفه کوانتومی است.
۲. منظور مقایسه فیزیک جهان اتمی، غیر قابل مشاهده مستقیم، با فیزیک قبل از کوانتوم است.
3. Sigma Xi. 1984. **Honor in science**. New Haven: Sigma Xi.
4. Jacob Bronowski
5. J. Bronowsld. 1956. **science and Human Values**, pp.73-74. Julian Messner.
6. G. Holton. 1978. **The scientific Imagination: Case Studies**, p.61ff. Cambridge Univ. Press.
7. Jaroslav Pelikan
8. J. Pelikan. 1983. **Scholarship and its Survival: Questions on the Idea of Gradu-**

ate Education, p. 63. Princeton: The Carnegie Foundation for the Advancement of Teaching.

۹ . به نظر می‌رسد که این موضوع در سالهای ۱۹۸۰ بیشتر از دهه ۹۰ صادق بوده است .

10. Don K. Price

11. D. K. Price. 1983. **America's Unwritten Constitution: Science, Religion, and Political Responsibility**. Louisiana State Univ. Press.

12. Ref. 5, p.4.

13. P. W. Bridgman

14. P.W. Bridgman. 1939. "Manifesto" by a physicist. **Science** 89:179.

15. James Frank

16. Leo Zilard

17. J. Frank et al. 1945. A report to the Secretary of War. **In The Atomic Age**, ed. M. Grodzins and E. Rabinowitch, Chap.3. Basic Books, 1963.

18. Norbert Wiener

19. W. Broad

20. N. Wade

21. W. Broad and N. Wade. 1982. **Betrayers of the Truth**. Simon and Schuster.

22. Cyril Burt

۲۳ . اشاره به بعضی از پیروان مسیحیت که منکر تکامل و معتقد به خلقت یکباره عالم در چند هزار سال پیش هستند .

24. Imer Lakatos

25. I. Lakatos. 1976. Understanding Toulmin, **Minerva** 14:128.

26. Albert Einstein

27. Niels Bohr

28. Max Von Laue

29. Lise Meitner

30. Hans Bethe
31. O. Gingerich, ed. 1975. Discussion with Heisenberg. **In The Nature of Scientific Discovery**, p.569. Smithsonian Inst. Press.
32. N. Bohr. Unpubl. Sources for history of quantum physics: Interviews with Niels Bohr, 31 October 1962, Interview 1, p.10. On deposit at American Institute of Physics.
33. Ref.12, 7November. 1962. Interview 2, p.1.
34. R. Moore, 1985. **Niels Bohr: The Man, His Science, and the World They Changed**, p.60. MIT Press.
35. A. P. French and P. J. Kennedy, eds. 1985. **Niels Bohr: A Centenary Volume**, p.79. Harvard Univ. Press.
36. N. Bohr. 1961. **Atomic Physics and Human Knowledge**, p.V. New York: Science Editions.
37. Ref. 16, p.2.
38. J. Bronowski. 1956. The educated man in 1984. **Science** 123:710.
39. L. E. Kay. 1985. Conceptual models and analytical tools: The biology of physicist Max Delbruk. **J. Hist. Biol.** 18:207.
40. Ref.14, p.406-07.
41. J. Wheeler. 1963. No fugitive and cloistered virtue. **Phys. Today** 16:30.
42. Ref. 16, p.30.
43. N. Bohr. 1985. The ideal of an open world. **Impact of Science on Society** 35:30. Reprint of letter of 9 June 1950.
44. R. Oppenheimer. 1963. Niels Bohr and his times. The George B. Pegram Lecture-ship, Brookhaven. Oppenheimer Collection, Box 267, Library of Congress.