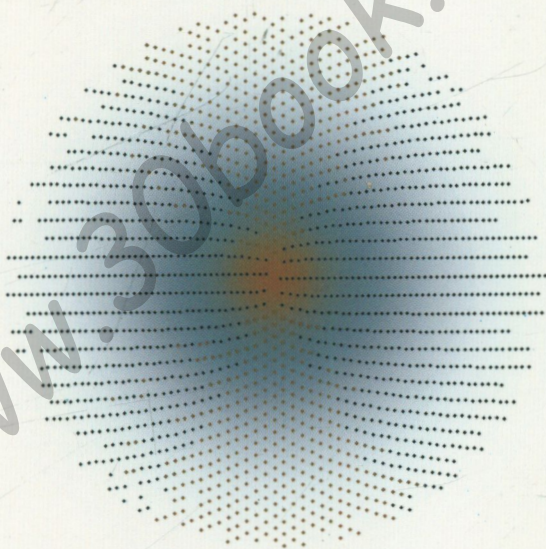


فیزیک و طبیعت

نگاه فیزیکدان به طبیعت



ورنر هایزنبرگ

ترجمهٔ مزدا موحد

گفته‌اند که دیدگاه انسان معاصر به طبیعت آن قدر نسبت به گذشته دگرگون شده است که تمامی روابط ما با طبیعت، حتی روابط هنرمندان با آن، باید بر اصول جدیدی استوار شود. در قرون پیشین، فلسفه طبیعی جمع‌وجوری دیدگاه‌های انسان را بیان می‌کرد، اما امروزه، نظرگاه انسان عمده‌تاً با علوم جدید و فناوری نوین معین می‌شود. به همین دلیل، بررسی مفهوم طبیعت در علم معاصر و به‌خصوص در فیزیک معاصر، نه تنها برای محققان علم، بلکه برای همه مهم است. دگرگونی‌های بنیادین دانش‌های نوین را باید نشانه تغییر در نحوه زیست خود بدانیم و همین بر تمامی جنبه‌های زندگی ما اثر دارد. این نکته سبب می‌شود حتی کسانی که می‌کوشند جوهر طبیعت را با کمک فلسفه یا خلاقیت درک کنند، دگرگونی‌های دیدگاه دانشمندان را در مورد طبیعت در نظر بگیرند؛ تغییراتی که در چند دهه اخیر روی داده است.

مسأله طبیعت

تغییر دیدگاه محقق به طبیعت

نقطه شروع بحث ما، بررسی ریشه‌های تاریخی دانش نوین است. کپلر، گالیله و نیوتن دانش امروزی را در قرن هفدهم پایه نهادند. در آن دوران، دیدگاه قرون وسطایی در مورد طبیعت هنوز دیدگاه مسلط بود. طبیعت

را مخلوق خدا می‌دانستند و پرسش در مورد عالم مادی بدون ارجاع به خدا بی‌معنی بود. عبارت پایانی کپلر در کتاب همناوی کائنات را به عنوان شاهی از آن زمانه نقل می‌کنم: «منت بر تو باد ای خدای خالق ما، که با صنعت خویش به من توان دیدن زیبایی اعطا فرمودی. با حاصل تلاش این دست‌ها که متعلق به تو هستند، تو را می‌ستایم. آری، اکنون کاری که برای آن خلق شدم پایان یافت. از آن‌چه به من اعطا کردی بهره بردم و تا حدی که این بنده قاصر را توان درک بود، شکوه خلقت را برای خوانندگان این مکتوب بیان کردم».

اما تنها چند دهه بعد بود که دیدگاه انسان در مورد طبیعت به شکلی اساسی دگرگون شد. دانشمندان بیش از پیش در جزئیات پدیده‌های طبیعی تحقیق کردند و به این نتیجه رسیدند که اگر بشر بخواهد فرایندهای طبیعی منفرد را از طریق ریاضی توصیف کند و توضیح دهد، باید آن‌ها را کاملاً از محیط جدا کند. نخستین کسی که به این نتیجه رسید گالیله بود. عظمت کاری که در برابر علم نوین قرار داشت در همین دوران مشخص شد. نیوتن دیگر طبیعت را کلیتی نمی‌دانست که تنها به عنوان مخلوق خداوند قابل درک باشد. بهترین راه برای جمع‌بندی دیدگاه او در مورد طبیعت، نقل این گفته اوست: «نمی‌دانم دنیا مرا چگونه می‌بیند، اما من خود را کودکی می‌دانم که در ساحل دریا بازی می‌کند. گاهی پیدا کردن سنگی صیقلی‌تر یا گوش‌ماهی‌ای زیباتر مرا سرگرم می‌کند، اما اقیانوس بزرگ حقایق ناشناخته پیش روی من است».

شاید بهترین روش برای درک دگرگونی نگرش دانشمندان به طبیعت، به یاد آوردن این نکته باشد که طبق عقاید مسیحی آن دوران، خداوند در خُلد برینی بر فراز زمین تصور می‌شد. این باور باعث می‌شد که بتوانیم به زمین بنگریم بی‌آنکه ناگزیر از ارجاع به خداوند باشیم. پس می‌توانیم خود را محق بدانیم که (همان گونه که ظاهراً کاملاً^۱ خود را محق می‌دانست)

۱. Wilhelm Kamlah (۱۹۰۵-۱۹۷۶)؛ ویلهم کاملا متاله و فیلسوف آلمانی. - م.

علم نوین را نوعی مسیحی از غیاب خدا بدانیم. شاید به همین دلیل باشد که مشابه این تحول در فرهنگ‌های دیگر صورت نگرفته است. هنرهای تجسمی آن دوران، طبیعت را بدون اشاره به مفاهیم مذهبی تصویر می‌کردند و این نیز به هیچ وجه اتفاقی نبود. دانشمند طبیعت را مستقل از خدا و حتی مستقل از انسان در نظر می‌گرفت و می‌کوشید از آن توصیف یا توضیحی عینی ارائه کند و با این عمل، دقیقاً با همان گرایش همنوایی می‌کرد. به هر روی باید با تأکید به یاد داشت که حتی برای نیوتن، اهمیت گوش‌ماهی تنها به دلیل بیرون آمدن آن از اقیانوس عظیم حقیقت بود. مشاهده آن هنوز به خودی خود هدف نبود، ارتباطش با اقیانوس بود که به آن ارزش می‌داد.

در سال‌های آتی، شیوه‌های نیوتن در علم مکانیک با موفقیت در دیگر گستره‌های طبیعت به کار گرفته شد. سعی شد جزئیات فرایندهای طبیعی را با آزمایش کشف و به شکل عینی مشاهده کنند و از این طریق قوانین حاکم بر آن‌ها درک شود. تلاش کردند روابط را از طریق ریاضی بیان کنند و «قوانینی» به دست آورند که در تمامی عالم بی‌هیچ محدودیت صادق باشد. دانشمندان با این کار موفق شدند قوانین طبیعت را تابع اهداف انسان کنند. توسعه درخشان علم مکانیک در قرن هجدهم و توسعه فناوری نور، حرارت و ترمودینامیک در آغاز قرن نوزدهم، همگی نشانه‌های قدرت این رویکرد است.

تغییرات مفهوم واژه «طبیعت»

دانش نوین موفق شد از محدوده تجربیات روزمره خارج و به گستره طبیعت وارد شود؛ گستره‌ای که تنها راه صحیح ورود به آن، یاری گرفتن از فنونی بود که با توسعه خود علم به دست می‌آمد. گام تعیین‌کننده، حتی برای نیوتن، درک این حقیقت بود که قوانین مکانیکی تعیین‌کننده چگونگی سقوط

سنگ را می‌شد به حرکت ماه دور زمین نیز تعمیم داد. این به معنی کارایی قوانین علمی در تمامی عالم بود. در دوران بعد، شاهد پیشرفت سریع علم در گستره‌ای وسیع بودیم و علم به محدوده‌های دوردست طبیعت هم وارد شد؛ به سرزمینی که تنها با به‌کارگیری فناوری و با استفاده از ابزارهای نسبتاً پیچیده در دسترس بود. نجوم توانست با به‌کارگیری دوربین‌هایی که هر روز قوی‌تر می‌شد، از کیهان پهناور آگاه شود. شیمیدان‌ها کوشیدند با مطالعه ماده به هنگام تغییرات شیمیایی، فرایندها را در مقیاس اتمی درک کنند. آزمایش‌هایی که با دستگاه القا و پیل ولتا انجام گرفت، پدیده‌های الکتریکی را برای همگان آشکار کرد؛ پدیده‌هایی که پیش از آن درکشان برای همگان ناممکن بود. این پیشرفت‌ها سبب شد اهمیت طبیعت به عنوان موضوعی برای مطالعه دانشمندان به تدریج دگرگون شود. طبیعت مفهومی کلی شد، مفهومی برای تمامی گستره‌های تجربی که انسان می‌توانست با علم و فناوری به آن وارد شود. مفهومی که دیگر ارتباطی با حس عینی نداشت. ترکیب «توصیف طبیعت» نیز اهمیت پیشین خود را به عنوان روایتی زنده و معنادار از طبیعت از دست داد. مفهوم این ترکیب بیش از پیش به توصیفی ریاضی از طبیعت، یعنی مجموعه‌ای دقیق و فشرده اما جهان‌شمول از اطلاعات در مورد روابط موجود در طبیعت، نزدیک می‌شد. اما هنوز نباید چنین تصور کنیم که توسعه نیمه‌آگاهانه مفهوم طبیعت، جدا شدن کامل از اهداف اولیه علم بود. حتی در این گستره وسیع نیز مفاهیم اساسی با مفاهیم تجربه عینی یکسان می‌شد. در قرن نوزدهم، طبیعت هنوز هم مجموعه‌ای از قوانین در فضا و زمان به نظر می‌رسید؛ قوانینی که بر مبنای آن می‌شد از انسان و دخالتش در طبیعت، اگر نه در عمل، در اصول صرف نظر کرد.

ماده را تنها با توجه به جرمش در نظر می‌گرفتند که در تمامی دیگرگونی‌ها ثابت می‌ماند و برای حرکت دانش باید نیرویی اعمال می‌شد. پس از قرن هجدهم، آزمایش‌های شیمی را می‌شد با در نظر گرفتن فرضیات اتمی

کهن توضیح داد و دسته‌بندی کرد. بنابراین پذیرش فلسفه قدیم که اتم را جوهر اصلی و تغییرناپذیر ماده می‌دانست، منطقی می‌نمود. تفاوت خواص مادی در این فلسفه، همانند فلسفه دموکریتوس، تنها سویه‌هایی ظاهری تصور می‌شد. بو، رنگ، دما و چسبندگی خاصیت‌های واقعی ماده نبود، بلکه ناشی از اندرکنش ماده و حس‌های ما بود. برای توضیح این خواص از چیدمان و جنبش اتم‌ها و اثر این دو بر ذهن استفاده می‌شد. جهان‌بینی بسیار ساده‌شده ماتریالیسم قرن نوزدهم نتیجه این گونه تفکر بود: اتم‌ها، مواد واقعی و تغییرناپذیر، در فضا و زمان حرکت می‌کنند و چیدمان و جنبش آن‌ها، پدیده‌های متغیر جهان حواس ما را خلق می‌کند.

بحران ادراک ماتریالیستی

نخستین یورش به این جهان‌بینی در نیمه دوم قرن نوزدهم، یعنی هنگام تدوین نظریه الکتریسته ظاهر شد. اما هنوز، خطری از سوی آن ماتریالیسم را تهدید نمی‌کرد. این نظریه برای توضیح مشاهدات انسان، نه از ماده بلکه از میادین نیرو کمک می‌گرفت. درک تأثیرات متقابل میدان‌های نیرو، هنگامی که ماده‌ای برای نشر نیرو وجود ندارد، سخت‌تر از درک دیدگاه ماتریالیستی در مورد فیزیک اتمی بود. این مسأله سبب پیدایش حالتی انتزاعی و ناروشن در این جهان‌بینی، که پیش‌تر منطقی به نظر می‌آمد، شد. برای بازگشت به مفاهیم ساده‌تر فلسفه ماتریالیسم کوشش زیادی شد. برای این کار، مفهوم اتر را به عنوان واسطه‌ای الاستیک و دارای توان انتشار نیرو به کار گرفتند، اما هیچ‌یک از این کوشش‌ها نتیجه نداشت. ماتریالیست‌ها هنوز بر این ادعا بودند که تغییرات میدان نیرو، فرایندهایی در فضا و زمان است. این فرایندها، تابع دیدگاه آرمانی قوانین فضا فرض می‌شد که می‌توانست به گونه‌ای عینی، یعنی بی‌اشاره به چگونگی مشاهده، توصیف شود. علاوه بر این می‌توان تصور کرد که

میادین نیرو، که تنها به واسطه تأثیرشان بر اتم‌ها شناسایی می‌شوند، به وسیله اتم‌ها پدید می‌آیند و با این فرض، جنبش‌های اتمی را به نحوی توضیح داد. این فرض سبب می‌شود که اتم‌ها جوهر اصلی باقی بمانند. بین اتم‌ها فضای خالی است، اما فضایی که فقط به دلیل انتشار دادن میادین نیرو واقعیت دارد.

از نظر این بینش، کشف رادیواکتیویته در پایان قرن نوزدهم اهمیتی نداشت؛ کشفی که ثابت کرد اتم‌های علم شیمی، عنصرهای شکافت‌ناپذیر و سازنده نهایی ماده نیستند. پس از این کشف، عناصر بنیادین سه آجر اولیه فرض شدند؛ واحدهایی که اکنون پروتون و نوترون و الکترون نام گرفته‌اند. نتیجه عملی این دانش جدید، امکان تبدیل عناصر به یکدیگر و رشد فیزیک اتمی بود و به همین دلیل اهمیتی اساسی یافت. فرض پروتون، نوترون و الکترون به عنوان کوچک‌ترین عناصر سازنده ماده، به شرطی که سه ذره را به مثابه جوهره اساسی ماده بپذیریم، تغییری در اصول ماتریالیسم نمی‌دهد. از نظر جهان‌بینی ماتریالیستی، تنها امکان وجود ذرات بنیادین به عنوان آجرهای اولیه ساختار جهان اهمیت دارد؛ ذراتی که بتوان آن‌ها را حقیقت عینی نهایی فرض کرد. جهان‌بینی خوش‌ساخت قرن نوزدهم و اوایل قرن بیستم با این کار حفظ شد و به دلیل سهل‌الوصول بودن، تا چند دهه اقبال خود را حفظ کرد.

اما در قرن حاضر، درست در همین مبحث بود که تغییراتی اساسی در اصول فیزیک اتمی پدید آمد و باعث شد جهان‌بینی قدیم فلسفه اتمی را به کناری نهمیم. برای ما روشن شد که اگر وجود ذرات بنیادین را فرض کنیم، حقیقت عینی مطلوب آن‌ها، ساده کردن بیش از حد واقعیت است و دریافته‌ایم که این باور باید جایش را به مفاهیم انتزاعی‌تر بدهد. تصور ماهیت این ذرات بنیادین، بدون در نظر گرفتن فرایندهای فیزیکی کسب دانش، ممکن نیست. هنگام مشاهده اشیاء روزمره، فرایند فیزیکی مشاهده صرفاً نقشی ثانویه دارد، اما هر فرایند مشاهده هنگام مشاهده ریزترین

ذرات سازنده ماده، سبب اغتشاشی بزرگ می‌شود. ما دیگر نمی‌توانیم مستقل از فرایند مشاهده، از رفتار ذره حرفی بزنیم. در نهایت به این نتیجه می‌رسیم که آن قوانین طبیعی که نظریه کوانتوم به شکل ریاضی تدوین می‌کند، دیگر با ذرات بنیادین سر و کار ندارد و فقط با دانش ما از این ذرات سر و کار دارد. در ضمن دیگر نمی‌توان از وجود عینی این ذرات در فضا و زمان پرسید، چون تنها به فرایندهایی می‌توان به عنوان حادث‌شونده اشاره کرد که نمایش‌گر تعامل ذرات با دستگاه فیزیکی دیگر، مثلاً با دستگاه اندازه‌گیری باشند.

پس امروزه حقیقت عینی ذرات بنیادین، به گونه‌ای حیرت‌انگیز پراکنده شده است. این پراکندگی به دلیل رسیدن به ابهام همراه با مفهومی تازه و ناقص یا مفهومی تدوین‌نشده از حقیقت نیست؛ دلیل آن سادگی و شفافیت دستگاهی ریاضی است که دیگر رفتار ذرات بنیادین را وصف نمی‌کند، بلکه دانسته‌های ما را بررسی می‌کند. فیزیکدان هسته‌ای پذیرفته که دانش او تنها حلقه‌ای از زنجیره بی‌پایان مباحثه انسان و طبیعت است، و دیگر نمی‌تواند تنها از «نفس» طبیعت صحبت کند. پیش‌فرض همیشگی علم، وجود انسان است و همان‌گونه که بور^۱ گفته، باید پذیرفت که تنها شاهد صحنه زندگی نیستیم، بازیگر آنیم.

فناوری

تأثیر متقابل فناوری و علم

پیش از صحبت درباره پیامدهای عمومی وضعیت جدید فیزیک اتمی، باید از پیشرفت فناوری صحبت کرد که با علم همگام است اما به مراتب

۱. Niels Bohr (۱۸۸۵-۱۹۶۲): فیزیکدان دانمارکی. - م.

بیشتر بر زندگی روزمره ما تأثیر می‌گذارد. آنچه سبب گسترش علم غربی در تمامی جهان شد و باعث شد علم محور تفکر معاصر شود، فناوری است. فناوری در پیشرفت‌های دو قرن اخیر، از یک سو نقطه آغاز و از سوی دیگر حاصل علوم طبیعی بوده است. نقطه آغاز، زیرا پیشرفت‌های علمی و روشن شدن نکات مبهم به سعی علم، اغلب نتیجه بهینه شدن روش‌های اندازه‌گیری است. (اختراع تلسکوپ، میکروسکوپ و حتی اشعه ایکس نمونه‌های خوبی است). فناوری حاصل علم است چون تنها بر مبنای درک کامل مبحثی خاص می‌توان از نیروهای طبیعت استفاده فنی کرد.

بدین شکل، از قرن هجدهم و آغاز قرن نوزدهم، شاهد رشد فناوری مبتنی بر استفاده از فرایندهای مکانیکی بوده‌ایم. کار ابزار، اغلب تکرار حرکات دست انسان هنگام ریسندگی، بافندگی، باربری یا ریخته‌گری بود. یعنی این شکل از فناوری در بدو امر، تنها توسعه و تکمیل صنایع دستی به شمار می‌آمد. افرادی که ابزار را می‌دیدند می‌توانستند به سادگی درکش کنند، همان گونه که از صنایع دستی سر درمی‌آوردند. همه، حتی کسانی که تکرار فنون دقیق لازم برای ساخت ابزار از دست‌شان برنمی‌آمد، توانایی درک اصول بنیادین ساخت آن را داشتند. حتی اختراع ماشین بخار نیز باعث تغییری اساسی در این خصوصیت فناوری نشد، اما در این مرحله بود که فناوری توسعه‌ای سریع و نامنتظره یافت. این اختراع، نیروهای طبیعی داخل زغال را به خدمت بشر در آورد و جایگزین نیروی دست کرد.

اما نیمه دوم قرن نوزدهم زمان دگرگونی بنیادین در ماهیت فناوری است؛ تغییری که حاصل پیشرفت الکتروتکنیک بود. در این دوره، رابطه تنگاتنگ فناوری با صنایع دستی قدیم از بین رفت، به این معنی که نیروهای طبیعی مورد استفاده را دیگر نمی‌شد با مشاهده مستقیم طبیعت شناخت. امروز هم افراد زیادی الکتروتکنیک را طبیعی نمی‌دانند و می‌پندارند با آنکه محیط ما را اشباع کرده، درکش ناممکن است. درست است که

ورنر هایزنبرگ، یکی از بزرگ‌ترین فیزیکدان‌های قرن بیستم، در این کتاب تحول دیدگاه فیزیک مدرن نسبت به طبیعت را روایت می‌کند، از علیت و تفکر فلسفی می‌گوید، مفهوم طبیعت را در تاریخ علم پی می‌گیرد و به آراء پیشگامان فیزیک مدرن می‌پردازد. او معتقد است که فیزیک مدرن با کشفیات کپلر و گالیله و نیوتن تولد یافت؛ کشفیاتی که مؤلفه بنیادی‌شان قطع رابطه با تصویر قرون وسطایی از طبیعت بود.

نکته بسیار مهم دیگری که هایزنبرگ بر آن تأکید دارد اهمیت آگاهی از فرهنگ کلاسیک و مطالعه فلسفه و تاریخ اندیشه غربی در آموزش دانشمندانی است که فقط متخصص نیستند و می‌خواهند تبعات عملی و نظری کار خود را در بستر مجموعه گسترده فعالیت‌های بشری بسنجند.



ISBN: 978-600-490-077-5