تفحصی در چند مفهوم بنیادی

مهدی گلشنی*

فرض مادّه به این معنی است که اشیاء بیرونی از هویت ثابتی به نام «مادّه» ساخته شده‌اند. قدمای یونانی منشاء همه اشیاء را یک یا چند شئ بنیادی می‌دانستند. مثلاً تالس آب را علت مادی همه اشیاء می‌دانست. آناکساگوراس ایدهٔ اتم‌ها را مطرح کرد و اینکه اشیاء متشکل از انواع نامحدودی دانه هستند که با ترکیب‌های مختلف از آنها به تکثر می‌رسیم. ذیمقراطیس اشیاء را متشکل از ذرات تجزیه‌ناپذیر و نابودنشدنی می‌دانست که اتم نامیده می‌شد. اتم‌ها همه از یک جوهرند و فقط در اندازه و شکل متفاوت‌اند. امپدوکلس چهار عنصر آب، هوا، آتش، و خاک را سازندهٔ گیتی می‌دانست. اینها از هم مستقل هستند و غیر قابل تبدیل به یکدیگرند.

افلاطون ایدهٔ مثل را مطرح کرد. مثال‌ها در یک جهان صرفاً عقلانی وجود دارند و طرح‌هایی را ارائه می‌دهند که برطبق آنها اشیاء شکل می‌گیرند. برای افلاطون جهان مادّی به نحوی سایه است و تنها مثل حقیقی هستند. وقتی مثل تجسم پیدا می‌کنند، کمتر حقیقی می‌شوند. واقعیت وقتی ظاهر می‌شود که به حوزهٔ مثل وارد می‌شویم.

ارسطو مادهٔ المواد (هیولای اولی) را مطرح کرد که فاقد خواص است و فقط حامل استعداد می‌باشد. از نظر ارسطو هر شیئی از ماده و صورت تشکیل می‌شود، و تفاوت اشیاء درصورت آنهاست. ماده یک هویت غیرمشخص است که وقتی با صورت ترکیب می‌شود یک شیء مشخص را می‌سازد.

در قرون وسطی بوریدان (Buridan) ایدهٔ Impetus را مطرح کرد که حاکی از مقاومت در برابر تغییر حرکت است و متناسب با مقدار ماده در جسم.

دکارت مادهٔ سازنده جهان را با بعد مشخص کرد، و بدین طریق جهان را با روش‌های هندسی قابل بررسی دانست. اما اجسام دارای چگالی‌های مختلف به وضوح خواص متفاوت دارند و لذا با صرف بعد نمی‌توان مکانیک را ساخت.

نیوتون در مکانیکش چیزی را لازم داشت که حاکی ازمقاومت جسم در برابر حرکت و حاکی از اثر گرانشی یک جسم روی اجسام دیگر باشد و از اثر گرانشی اجسام دیگر متأثر شود. لذا ایدهٔ جرم را وارد کرد و ماده را به عنوان چیزی حاوی جرم تلقی نمود. در اینجا نیروی گرانش را تاثیر از دور تلقی می‌کردند و یا تاثیر از طریق چیزی در فضای واسط. نیوتون نشان داد که این محیط واسط نمی‌تواند جرم داشته باشد و لذا ایده‌های مختلفی را مطرح کرد، از جمله یک محیط غیر مادی را. از طرف دیگر، موفقیت نظریهٔ موجی نور حاکی از وجود نوعی محیط واسط بود. نیوتون نشان داد که این محیط واسط نمی‌تواند خاصیت لختی داشته باشد.

لایب‌نیتس، که معاصر نیوتون بود، حاصلضرب جرم در مربع سرعت را «نیروی زنده» نامید. اما این تامس یونگ بود که در ۱۸۰۷ اصطلاح انرژی (به معنای فعالیت) را برای نیروی زنده به کار برد و این کوریولیس بود که در ۱۸۲۹ عبارت «انرژی جنبشی» را به معنای امروزی آن به کار برد. از آن موقع به بعد همواره این بحث بوده که آیا انرژی یک جوهر است یا خاصیتی مثل اندازهٔ حرکت (مومنتم).

* پژوهشگاه و دانشگاه صنعتی شریف

متن حاضر مبتنی بر سخنرانی نویسنده در سومین گردهمایی «رهیافت‌های نوین در فیزیک بنیادی» است که در تاریخ ۱۶ آبان ۱۳۹۲ ایراد شده است.

در ۱۸۱۰ دالتون فرض اتم را مطرح کرد و اینکه عناصر از اتم‌ها درست شده‌اند. در اواسط قرن نوزدهم میدان‌ها مطرح شدند، و توفیق نظریهٔ الکترومغناطیسی ماکسول حاکی از این بود که باید میدان را چیزی بیش از ابزار محاسبه‌ای به حساب آورد، و بلکه میدان حاکی از واقعیتی جدید است که انرژی حمل می‌کند. با وارد شدن ایدهٔ میدان، انرژی واجد واقعیتی خاص خود شد.

با ظهور نسبیت خاص، ایدهٔ هم‌ارزی جرم و انرژی مطرح شد و این حاکی از این بود که جرم می‌تواند به تابش تبدیل شود و بالعکس. امّا چون از دید نیوتونی جسم بدون جرم فاقد ماده تلقی می‌شود، پس تابش بدون جرم را نمی‌توان به عنوان ماده تلقی کرد.

با ظهور نسبیت عام، هم ارزی جرم و انرژی نتیجهٔ دیگری در بر داشت. درحالی‌که قبلاً جرم تنها عامل گرانش به حساب می‌آمد، این نقش اکنون به جرم-انرژی منتقل شد (منبع میدان گرانشی هم شامل انرژی پتانسیل و جنبشی است و هم جرم سکون). پس فوتون علیرغم جرم سکون صفرش، به خاطر انرژی جنبشی خود نیروی گرانشی وارد می‌کند. بدین طریق جرم-انرژی جایگاه جرم را گرفت. امّا از نظر بعضی، اینها همچنان هویت جداگانه خود را حفظ می‌کنند. جرم سکون ظاهرا یک شکل انرژی نیست و انرژی جرم سکون ندارد. راه دیگر این است که جرم را طوری تعریف کنیم که شامل انرژی جنبشی و پتانسیل هم بشود. دراین‌صورت فوتون‌ها جرم دارند. پس دو امکان داریم: دنیا از جرم و انرژی درست شده است و یا اینکه صرفاً از جرم، به مفهوم عام آن، تشکیل شده است. در اینجا دو سئوال مطرح بود:

۱) آیا جرم و انرژی یک خاصیت سیستم فیزیکی هستد یا دو خاصیت متمایز آن؟

۲) آیا جرم و انرژی به هم تبدیل می‌شوند؟

ادینگتون معتقد بود که این دو یک خاصیت‌اند و تبدیلی صورت نمی‌گیرد [1].

بوندی (Bondi) و اسپورگین (Spurgin) بر آن بودند که رابطهٔ $E = mc^2$ حاکی از این نیست که جرم و انرژی یک خاصیت هستند، همان‌طور که رابطهٔ $m = \rho V$ نمی‌رساند که جرم و حجم یکی هستند. آنها دیمانسیون‌های مختلف دارند [2].

از نظر ریندلر (Rindler)، جرم و انرژی دو خاصیت متفاوت هستند ولی تبدیل آنها به هم مطابق رابطهٔ اینشتین صورت می‌گیرد [3].

اینشتین و اینفلد معتقد بودند که جرم و انرژی یک خاصیت سیستم‌های فیزیکی هستند. اما آنها بین ماده و میدان تمایز قائل بودند و می‌گفتند فیزیک کلاسیک شامل دو جوهر است: ماده و میدان فیزیکی. البته آنها بعداً گفتند که فیزیک را می‌توان فقط با میدان‌ها ساخت [4].

پس حداقل چهار امکان داریم: دنیا از جرم و انرژی درست شده است؛ جهان صرفاً از جرم، به مفهوم عام آن، درست شده است؛ جهان از انرژی، به مفهوم عام آن، ساخته شده است؛ ماده و انرژی دو تجلی مختلف از یک جوهر بنیادی هستند. هایزنبرگ ماده و انرژی را دو شکل مختلف یک عنصر یا جوهر می‌دانست و این جوهر را نابودنشدنی به حساب می‌آورد:

> کشف الکترون در ۱۸۹۷، توضیح حرکت براونی توسط اینشتین در ۱۹۰۵، و کشف هستهٔ اتم توسط راترفورد اعتقاد به وجود اتم‌ها را راسخ‌تر کرد و جدول مندلیف را توضیح داد. آزمایش‌های راترفورد حاکی از این بود که اتم شامل یک هسته و تعدادی الکترون است.

در دههٔ ۱۹۲۰ نظریهٔ کوانتومی مطرح شد که در آن در سطح اتمی موضع و اندازهٔ حرکت یک جسم را نمی‌توان دقیقاً در یک زمان اندازه گرفت. سپس بعضی از بنیانگذاران نظریهٔ کوانتومی بر آن شدند که اصلاً الکترون قبل از اندازه‌گیری، موضع یا اندازهٔ حرکت ندارد. پس طبق تعریف کلاسیک نمی‌توان آن را ماده تلقی کرد. به عبارت دیگر، تلقی استاندارد از ماده، به عنوان شیئی ذره-گونه، که در زمان معین مکان معین دارد، در این دیدگاه فروریخت.

در اواخر دههٔ ۱۹۲۰ چند نفر از فیزیکدانان برجسته نظریهٔ میدان‌های کوانتومی را عرضه کردند که حاکی از این بود که هریک از موجودات بنیادی در واقع یک میدان هستند که از بعضی جهات جلوهٔ ذره‌ای دارند. مثلاً اگر به انرژی میدان توجه کنیم، مثل این است که انرژی آن حاصل جمع انرژی موجودات ذره-گونه است. اما بنیانگذاران و سردمداران نظریهٔ میدان‌های کوانتومی معتقد بودند که اصالت با میدان است. یعنی میدان‌ها مبنای اشیاء هستند و ذرات نمایشگر حالات برانگیختهٔ میدان هستند، و حتی وقتی میدان در پائین ترین حالت انرژی قرار دارد، که نشانی از تجلیات ذره‌ای در کار نیست، باز هم میدان آثار قابل کشف دارد.

با ظهور نظریهٔ میدان کوانتومی، دوگانگی اولیه میان ذرات و نیرو نیز از بین رفت. فرق اساسی بین تعبیر ذرّه‌ای و تعبیر میدانی در این است که ذره یک هویت موضعی است و میدان یک هویت همه‌جایی. آنهایی که طرفدار پیوستگی در طبیعت بودند ایدهٔ ذره را نمی‌پسندیدند و دنبال این بودند که همهٔ به اصطلاح ذرات بنیادی را با میدان نشان دهند، که در شرایط مناسب جلوهٔ ذره‌ای دارند. اینشتین و شرودینگر در این جبهه بودند. بعضی هم می‌گفتند که ما با زبان ریاضی می‌توانیم بدون ابهام صحبت کنیم و نیازی به تصویر، از جمله ذره‌ای بودن یا موجی بودن، نداریم. مثلاً هایزنبرگ معتقد بود:

> من فکر می‌کنم که فیزیک مدرن به نحو قطعی نظر افلاطون را پسندیده است. درواقع واحدهای ماده اشیاء فیزیکی به معنای عرفی آنها نیستند؛ آنها مثال‌ها هستند، ایده هایی که می‌توان آنها را به نحو غیر مبهم به زبان ریاضی بیان کرد [5].

از نظر هایزنبرگ صحبت از موجی یا ذره‌ای بودن ناشی از نارسائی مفاهیم روزمرّه کلاسیک است. ولی ما ضمناً چاره‌ای نداریم جز اینکه با این زبان روزمرّه بسازیم.

از دید آنهایی که میدان را اصل می‌دانند، ذرات زیراتمی تمرکزهای میدان در یک مکان و زمان خاص هستند.

در مقابل اینها بعضی نظیر رورلیش می‌گویند فقط ذرات مشاهده شده‌اند و میدان‌ها، جز میدان‌های کلاسیک، قابل مشاهده نیستند. میدان وسیله‌ای است برای بیان اندرکنش ذرات. فیزیکدان تجربی فقط ذرات را مشاهده می‌کند. برای کشف فوتون، فوتون باید با ذرات برخورد داشته باشد یا جذب شود. نتایج گروه‌های آزمایشی بر حسب ذرات و خواص آنها بیان می‌شود. فیزیکدانان دنبال کشف میدان هیگز نبودند بلکه دنبال ذرهٔ هیگز بودند [6].

در فیزیک قرن نوزدهم یک نوع دوگانگی بین ماده و نیرو قائل بودند. ماده چیزی است که نیرو روی آن اثر می‌کند و می‌تواند منشاء نیرو باشد. پس ماده و نیرو دو جنبهٔ متمایز جهان مادی به حساب می‌آمد. اما در تحولات فیزیک قرن بیستم این تمایز بین ماده و نیرو از بین رفت. زیرا اگر گفته شود ذرات منبع میدان، نظیر پروتون‌ها، الکترون‌ها و کوارک‌ها همه فرمیون هستند و ذرات واسطهٔ اندرکنش نظیر فوتون‌ها، گلوئون‌ها و گراویتون‌ها همه بوزون هستند و بنابراین به نظر می‌رسد که فرمیون‌ها توصیف‌کنندهٔ چیزی هستند که از لحاظ کلاسیک ماده می‌نامیدیم و بوزون‌ها، که توصیف‌کنندهٔ اندرکنش‌ها هستند، نیرو به‌حساب می‌آیند، در پاسخ گفته می‌شود که فوتون‌ها می‌توانند از طریق مبادلهٔ الکترون‌ها اندرکنش داشته باشند. همچنین در سطح ابرتقارن فرمیون‌ها و بوزون‌ها به هم تبدیل می‌شوند و لذا تمایز ماده/نیرو براساس تمایز فرمیون/بوزون درست نیست.

بعضی می‌گویند نسبیت عام در کیهان‌شناسی و مکملیت در نظریهٔ کوانتومی حاکی از این هستند که واقعیت اساسی جهان فیزیکی نوعی ترکیب ماده‌ـانرژی است، امّا نظریهٔ میدان‌های کوانتومی و نظریهٔ ریسمان حاکی از این هستند که واقعیت بیشتر شبه‌ـانرژی است تا شبه‌ـماده.

از طرف دیگر در نظریهٔ میدان‌های کوانتومی، ذرات مجازی مطرح هستند. این ذرات در طرح اختلالی نظریهٔ میدان‌ها وارد می‌شوند، که در آن اندرکنش بین ذرات بر حسب مبادلهٔ ذرات مجازی توصیف می‌شود و به صورت دیاگرام‌های فاینمنی نمایش داده می‌شود. در اینجا، این ذرات به صورت نیرو قابل کشف هستند، نه به صورت ذره.

همچنین، گرچه ذرات مجازی قابل مشاهده نیستند، امّا اثر خالص افت‌وخیزهای انرژی در حالت خلاء کوانتومی مشاهده شده است و لذا بعضی ذرات مجازی را حقیقی تلقی کرده‌اند، به این معنا که آثار غیر مستقیم آنها قابل اندازه‌گیری است.

بعضی می‌گویند مبادلهٔ ذرات مجازی، که از یک جسم به جسم دیگر می‌روند، توضیحی برای عمل میدان فراهم می‌کند و ما را از نیرو بی‌نیاز می‌سازد. اما در واقع ذرهٔ مجازی زبانی است که فیزیکدانان وضع کرده‌اند تا فرایندها را بر حسب دیاگرام‌های فاینمن بیان کنند، که راهی کوتاه برای محاسبهٔ احتمال وقوع حوادث است. به قول پاول دیویس:

> ذرّات مجازی زبانی است که فیزیکدانان وضع کردند تا فرایندها را به صورت دیاگرام‌های فاینمن بیان کنند... فیزیکدانان ذرات [مجازی] دربارهٔ فرایندها چنان صحبت می‌کنند که گوئی ذرات مبادله شده‌اند و آنها... عملاً وجود دارند. امّا اینها صرفاً بخشی از یک محاسبهٔ احتمالاتی هستند... آنها قابل مشاهده نیستند [7].

یک دلیل دیگر برعلیه قبول ذرات مجازی به عنوان ذرات حقیقی این است که یک نمایش هم‌ارز با نظریهٔ میدان‌های کوانتومی، فرمولبندی انتگرال مسیری، وجود دارد که شامل ذرات مجازی نیست.

اکنون سراغ فیزیک ذرات بنیادی می‌رویم. منظور از ذرهٔ بنیادی ذره‌ای است که ساختار داشتن آن محرز نشده باشد. در اوائل دههٔ ۱۹۳۰ این ایده رایج شد که اتم از یک هستهٔ مشتمل بر پروتون و نوترون و تعدادی الکترون تشکیل شده است. در همان زمان پوزیترون (ضد الکترون) کشف شد و سپس ادعا شد که در برخورد پوزیترون و الکترون ماده نابود می‌شود و نور تولید می‌گردد. بعداً روشن شد که نه تنها الکترون بلکه همهٔ ذرات ضددزه دارند. از اواخر دههٔ ۱۹۴۰ به بعد تعداد زیادی ذرات به اصطلاح بنیادی کشف شدند. در دهه‌های ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ بعضی از فیزیکدانان بر آن شدند که ما به انتهای تجزیه‌پذیری ماده رسیده‌ایم. در واقع تمامی ذرات از یکدیگر ساخته شده‌اند و تحت قوانین بقاء به یکدیگر تبدیل می‌شوند. پروتون از نوترون و پیون مثبت و نوترون از پروتون و پیون منفی درست شده است. پس تفاوت بین بنیادی و غیر بنیادی برداشته می‌شود (آنها این را دموکراسی هسته‌ای نامیدند).

با مطرح شدن ایدهٔ کوارک در دههٔ ۱۹۶۰ تمامی ذرات و از جمله پروتون و نوترون را متشکل از چند کوارک دانستند و تعداد دیگری از ذرات را نیز، که ساختار نشان نداده بودند، بنیادی تلقی کردند. بدین‌طریق تعداد هویات اولیهٔ ذرات بنیادی به چهل رسید و این سئوال مطرح شد که بعداً چه می‌آید؟

در دههٔ ۱۹۷۰ یک نظریهٔ نسبتاً جامع ارائه شد که ۳ تا از ۴ تا نیرو را دربرمی‌گرفت و به نظریهٔ استاندارد معروف شد. در این نظریه ۳ فامیل کوارک (u,d)، (b,t)، و c,s، و ضد آنها (۱۲ ذره)، و سه فامیل لپتون (e,v_e)، (μ,v_μ)، (τ,v_τ)، و ضد آنها (۱۲ ذره) و ۴ فامیل بوزون وارد شده بود، که فقط فامیل اول از کوارک‌ها و فامیل اول از لپتون‌ها پایدار هستند. گفته شد که اینها بنیادی هستند و هرچه از آنها ساخته شده باشد، غیر بنیادی است. سپس گفته شد که خود نظریهٔ استاندارد تحت یک نظریهٔ وسیعتر، مثلاً ریسمان، قرار دارد، که در آن کوارک‌ها و سایر ذرات نظریهٔ استاندارد از ذرات بنیادی‌تری درست شده‌اند.

فعلاً نظریهٔ استاندارد را یک نظریهٔ موقت می‌گیرند، زیرا سازگاری آن با نسبیت عام روشن نیست. بعلاوه بعضی ذرات مطرح‌اند که در مدل استاندارد جایی ندارند (مثل گراویتون یا ذرات ابرتقارن).

واینبرگ در جواب این سئوال که منظور از ذرهٔ بنیادی چیست، می‌گوید: آن ذره‌ای است که میدانش در لاگرانژی وارد می‌شود، والا مرکب است [8].

آیا ذرات بنیادی اتم‌ها به مفهوم ذیمقراطیسی آن هستند، جز آنکه نیرو بین آنها عمل می‌کند، یا اینکه اشکال مختلف یک نوع ماده هستند؟

از نظر هایزنبرگ همهٔ ذرات بنیادی در انرژی‌های بالا به ذرات دیگر تبدیل می‌شوند و همچنین می‌توانند از ذرات دیگر خلق شوند و به صورت انرژی (فوتون) درآیند. پس می‌توان گفت که همهٔ ذرات بنیادی از یک جوهر ساخته شده‌اند که می‌توان آن را انرژی یا مادهٔ جهانی نامید ــ آنها شکل‌های مختلفی هستند که این مادهٔ جهانی می‌تواند به خود بگیرد [9].

اگر این را با ایدهٔ ارسطویی ماده و صورت مقایسه کنیم، می‌توان مادهٔ ارسطویی را که صرف «استعداد» است با انرژی مقایسه کرد که با شکل گرفتن فعلیت می‌یابد و به صورت ذره خلق می‌شود.

پائولی در پاسخ به اینکه از ایدهٔ ماده و جسم قدیمی چه می‌ماند، گفت: انرژی. این مادهٔ واقعی است که حفظ می‌شود. فقط شکلی که به آن ظاهر می‌شود تغییر می‌کند [10]. اینشتین هم معتقد به هستی‌شناسی یگانه در حوزهٔ میکروفیزیک و ماکروفیزیک بود.

هایزنبرگ تنوع هستی‌شناختی ما را معلول محدودیت زبان فیزیک می‌دانست و معتقد بود که باید زبان بی‌ابهام ریاضی را به کار برد.

بعضی از فیلسوفان فیزیکدان اخیراً متذکر شده‌اند که هیچ تصویر ساده‌ای از ماده نمی‌تواند برای فیزیک کفایت کند. هیچ مادهٔ اولیه‌ای را نمی‌توان به عنوان پایه‌ای که همه چیز از آن ساخته شده است درنظر گرفت، و هرچه بیشتر دنبال کنیم، غیرماده‌ای بودن در پس اشیاء حول ما جلوه می‌کند. به قول فیلسوف آمریکائی معاصر فیلیپ کلیتون (Philip Clayton):

> همان‌طور که ما پروژهٔ علم را دنبال می‌کنیم، به این نتیجه می‌رسیم که هیچ مفهوم ساده‌ای از ماده برای [توجیه] نتایج فیزیک کافی نیست... هیچ «مادهٔ اولیه»‌ای نمی‌تواند به عنوان هویت اساسی، که همه چیز دیگر از آن ساخته شده است، عمل کند. در عوض، هر چه عمیق‌تر توضیح را دنبال می‌کنیم، غیرمادی بودن بیشتر خودش را در اشیاء جامد حول ما (یا وراء آنها) نشان می‌دهد...
>
> فقط یک همکاری بین عالمان و فیلسوفان می‌تواند منتهی به فرمولبندی یک نظریهٔ کافی مابعدماتریالیستی از جهان فیزیکی بشود [11].

جمع‌بندی

اتم در نظریهٔ فعلی کوانتومی قابل تصویر نیست. پس درحالی‌که علم توانسته است خواص بسیاری را برای ماده کشف کند، در ارائهٔ تصویری روشن از ماده ناکام مانده است. عده‌ای نظیر هایزنبرگ تنوع هستی‌شناختی ما در سطح بنیادی را ناشی از محدودیت زبان فیزیک می‌دانند و معتقدند که باید زبان بی‌ابهام ریاضی را به کار برد. البته هایزنبرگ خود همهٔ ذرات را اشکال مختلف یک جوهر بنیادی می‌دانست. دسپانیا معتقد است که نظریه‌های ما مدل‌هایی هستند که تقریبی از واقعیت را به دست می‌دهند. او معتقد است که واقعیتی غیرفیزیکی و مستقل از ما وجود دارد که وراء زمان و مکان است. واقعیت تجربی دنیای فیزیک و شعور دو انعکاس مکمل از این واقعیت هستند و شعور قابل تحویل به مفاهیم فیزیکی نیست. فیزیک می‌تواند چهره‌هایی از این واقعیت مستقل را نشان دهد [12].

بدین ترتیب، نظریه‌های فعلی در عین موفقیت در مقام پیش‌بینی، در مقام نظری دچار چالش‌های جدی هستند، و لذا برخی از نخبگان فیزیک انتظار انقلاب‌های جدید را دارند. مثلاً دیوید گروس می‌گوید:

> من معتقدم که ما در عصر انقلاب زندگی می‌کنیم، عصری که در آن بسیاری از اصول فیزیک، به خاطر نیاز به رفتن وراء نظریهٔ میدان‌های کوانتومی، مورد چالش قرار گرفته‌اند، و بسیاری از مفاهیم بنیادی ما نیازمند تجدیدنظر اساسی هستند [13].

از نظر من، برای یافتن تصویر روشن از قضایا همکاری فیزیکدانان و فلاسفه ضروری است. در اینجا سخنم را با نقل‌قولی از کارلو راولی (Carlo Rovelli)، فیزیکدان برجستهٔ معاصر، به پایان می‌رسانم:

> آیا عالِم باید در مورد فلسفه فکر کند یا نه؟ امروزه به نحوی مد شده است که فلسفه را نادیده بگیرند، و بگویند حالا که علم را داریم به فلسفه نیازی نداریم. من این نگرش را به دو دلیل خام می‌بینم. یک دلیل آن تاریخی است. به گذشته نگاه کنید. هایزنبرگ هرگز کوانتوم مکانیک را دنبال نمی‌کرد اگر غرق در فلسفه نبود. اینشتین هرگز نسبیت را دنبال نمی‌کرد اگر تمامی [آثار] فلاسفه را نخوانده بود و سری پر از فلسفه نداشت. گالیله کاری را که کرد هرگز انجام نمی‌داد اگر مغزش پر از افلاطون نبود. نیوتن خود را یک فیلسوف می‌پنداشت و شروع کرد که با دکارت بحث کند و اعتقادات فلسفی قوی داشت...
>
> از نظر من آن عالمانی که می‌گویند به فلسفه اهمیت نمی‌دهند، این طور نیست که آنها به فلسفه اهمیت نمی‌دهند آنها [در واقع] یک فلسفهٔ علم [خاص] را به کار می‌برند. آنها یک متدولوژی به کار می‌برند... آنها موضعی را اختیار می‌کنند، بدون آنکه بدانند که امکانات دیگری هم هست که ممکن است بهتر جوابگو باشد، و ممکن است برای آنها جالب‌تر باشد [14].

مراجع

1 http://plato.stanford.edu/entries/equiME.

2 Ibid.

3 Ibid.

4 Ibid.

5 **K. Wilber** (ed.), *Quantum Questions: Mystical Writings of the World's Greatest Physicists*, Shambhala, Boston, 2001, p. 52.

6 **F. Rohrlich**, *On the ontology of QFT*, in: Conceptual Foundations of QFT (T.Y. Cao, ed.), Cambridge University Press, Cambridge, 2004, p. 360.

7 **P. Davies**, *The Goldilocks Enigma*, Allen Lane, London, 2006, p. 74.

8 **S. Weinberg**, *What is an elementary particle?*, Beam Line (SLAC) **27** (1997), 19.

9 **W. Heisenberg**, *Physics and Philosophy: The Revolution in Modern Science*, Harper, New York, 1962, pp. 159-160.

10 **H. Atmanspacher** and **H. Primas** (eds.), *Recasting Reality: Wolfgang Pauli's Philosophical Ideas and Temporary Science*, Springer-Verlag, Berlin, 2009, pp. 178-9.

11 **P. Clayton**, *Unsolved dilemmas: The concept of matter in the history of philosophy and in contemporary physics*, in: Information and the Nature of Reality (P. Davies and N.H. Gregersen, eds.), Cambridge University Press, 2010, p. 58.

12 **B. d'Espagnat**, *Veiled reality*, in: Symposium on the Foundations of Modern Physics, World Scientific, Singapore, 1987, p. 157.

13 **D. Gross**, *Triumph and limitations of quantum field theories*, in: Conceptual Foundations of Quantum Field Theories (T.Y. Cao, ed.), Cambridge University Press, Cambridge, 1999, p. 67.

14 A Conversation with **Carlo Rovelli**, in: `http://edge.org/conversation/a-philosophy-of-physics`.

سردر ساختمان پژوهشگاه در پردیس لارک