پژوهشـنامه علوم انسانی: شماره 50، تابستان 1385 «128ـ119»
Human Sciences: No. 50, Summer 2006 «99 - 108»

اصل علیت و تعبیر کپنهاگی مکانیک کوانتومی

* سهراب علوی‌نیا
دانشگاه شهید بهشتی

چکیده

تا اواخر سدهٔ نوزدهم، قاطبهٔ فیلسوفان و دانشمندان، قوانین اساسی فیزیک را ضروری تلقی می‌کردند و تحلیل آماری را مبتنی بر ناآگاهی ما یا وسیله‌ای عملی برای کارکردن با دستگاه‌های پیچیده می‌شمردند. آن‌ها بر این باور بودند که اگر ما از تمام پارامترها و عوامل مؤثر در تکوین یک پدیدار باخبر باشیم، دیگر نیازی به تحلیل آماری نیست. این برداشت از فرمالیسم مکانیک نیوتنی که مبتنی بر عمومیت اصل علیت است، بیش از سه قرن بر ذهن فلاسفه مسلط بود. اینشتاین تا آخر عمرش از این طرز تلقی دست بر نداشت و هنوز هم جمع کثیری از فیلسوفان چنین می‌اندیشند. در تعبیر کپنهاگی مکانیک کوانتومی ضرورت اصل علیت مورد شک قرار می‌گیرد. هیوم قرن‌ها قبل همین کار را کرده بود. با کشف نظریهٔ کوانتومی در قرن گذشته، دوباره فیلسوفان به هیوم روی آوردند و کارهای تحقیقی بارزی دربارهٔ او انجام دادند. به‌این‌ترتیب، عمومیت اصل علیت و کارایی مطلق آن رد شد. ما در بررسی پدیدارهای اتمی، به قوانینی بر می‌خوریم که قطعیت و ضرورت منطقی ندارند و این عدم قطعیت از ناآگاهی ما ناشی نمی‌شود، بلکه مبیّن ساختار اساسی عالم است. نقد و تحلیل فلسفی نشان می‌دهد که فیزیکدانان محافظه‌کاری که نمی‌توانند تعبیر کپنهاگی را بپذیرند، می‌خواهند عادات ذهنی خود را به واقعیت عینی تحمیل کنند. اعتقاد جازم به عمومیت اصل علیت یک خرافه است.

کلیدواژه‌ها: مکتب کپنهاگی، اصل علیت، ضرورت منطقی، انتظار روانشناختی، وجوب علّی.

The Principle of Causality and the Copenhagen Interpretation of Quantum Mechanics

Sohrab Alavinia, Ph.D.
Associate Professor, Department of Philosophy
College of Letters and Human Sciences, Shahid Beheshti University

Abstract

On the Copenhagen interpretation of quantum mechanics, physical processes are, at the most fundamental level, both inherently indeterminisic and non-local. The ontology of classical physics is dead. There exists in the laws of the fundamental physical phenomena an essential and uneliminable indeterminism or probability which is not, like the probability of classical physics, based on our ignorance. According to Copenhagen school, indeterminism or non-causal picture of nuclear phenomena is an essential feature of nature. We are, here, encountered with an inherent limitation in principle, not just in practice. This is what has been advanced by David Hume, some centuries ago. He argued that "what is may not be". There is no logical necessity in the natural phenomena. What we take to be a logical necessity is just a psychological expectation based on our habit of mind. The belief in the universality of the principle of causality is a superstition.

Keywords: Copenhagen school, the principle of causality, logical necessity, psychological expectation, determinism.

---

* دکترای فلسفه از دانشگاه ویلز، دانشیار گروه فلسفه، دانشکدهٔ ادبیات و علوم انسانی.

زمینهٔ تاریخی

چهارچوب مفهومی مکانیک کوانتومی نه تنها نامتعارف، بلکه برخلاف شم و شهود ماست. وقتی فیزیکدان‌ها به پژوهش در فضای اتمی پرداختند، کاملاً طبیعی بود که چهارچوب متعارف و کلاسیک را در عرصه جدید نیز به‌کار برند. این برخورد، آن‌ها را به مدل منظومهٔ شمسی از اتم رساند. بر این باور بودند که الکترون‌ها دور هسته می‌چرخند و هر الکترون مسیری پیوسته و قابل پیش‌بینی دارد. فرض آن‌ها بر این بود که اگر قوانین حاکم بر دستگاه را بدانیم، می‌توانیم حالت آیندهٔ الکترون را پیش‌بینی کنیم و گذشته‌اش را نیز بازگو نماییم ولی این تلقی از اساس خطا بود.

مکانیک کوانتومی را هایزنبرگ در 1925م تحت عنوان «مکانیک ماتریسی» ارائه کرد و در 1926 شرودینگر صورت‌بندی دیگری از آن را به نام مکانیک موجی مطرح ساخت. شرودینگر بعداً ثابت کرد که این دو صورت‌بندی هم‌ارزند. این نظریه اساساً با مکانیک کلاسیک متباین است، چون دو مفهوم «اندازه‌گیری» و «احتمال» را مفاهیمی آغازین و تحویل‌ناپذیر تلقی می‌نماید. آن‌چه به این مقاله مربوط می‌شود، مفهوم اخیر است. در فرمالیسمی که شرودینگر ارائه کرد، هر دستگاه فیزیکی با تابعی به نام تابع حالت دستگاه (یا بردار حالت یا تابع ψ) متناظر است که به مشاهده‌پذیرها وابسته است. مقصود از «مشاهده‌پذیر» کمیتی قابل اندازه‌گیری مانند مکان یا مومنتوم است. کمیاتی مانند اسپین هم که هیچ مابازایی در فیزیک کلاسیک ندارند از مشاهده‌پذیرهای فیزیک کوانتومی به حساب می‌آیند. سیر تحولات دستگاه فیزیکی برحسب زمان با معادلهٔ شرودینگر مشخص می‌شود. این سیر، جبری و قطعی است.

بنا به تعبیر ماکس بورن در 1926 تابع حالت دستگاه، مانند یک ابزار است. به‌وسیلهٔ این ابزار ما احتمال نتیجهٔ اندازه‌گیری یک مشاهده‌پذیر را محاسبه می‌کنیم. در کنگرهٔ سولوی در 1927 ورنر هایزنبرگ و ماکس بورن رسماً اعلام کردند که به نظر آن‌ها مکانیک کوانتومی نظریه‌ای کامل است. بور اعلام داشت که برداشت‌های موجی و ذره‌ای از اعیان کوانتومی مکمل یکدیگرند. درست است که این دو برداشت متناقضند، ولی هر دو برای یک توصیف کامل از وقایع کوانتومی ضرورت دارند. تردیدی نیست که در تجربیات روزمرهٔ زندگی هیچ چیز نمی‌تواند در آن واحد هم موج و هم ذره باشد ولی تابع موج شئ کوانتومی تألیفی از تصاویر موجی و ذره‌ای است. وقتی به تجربهٔ خاصی دست می‌زنیم ـ مثلاً از کنتور گایگر یا

صفحهٔ حساس عکاسی استفاده می‌کنیم ـ با این تجربه به انتخاب یکی از دو تصویر می‌پردازیم و به‌این‌ترتیب در طبیعت بکر و دست نخورده اختلال ایجاد می‌کنیم.

تعبیر کپنهاگی مکانیک کوانتومی

نزدیک سیصد سال، موفقیت چشمگیر مکانیک نیوتنی، دانشمندان و فیلسوفان را مسحور خود کرد. اعتقاد جازم به عمومیت اصل علیت از وجوه آشکار تفکر آن دوران بود. به نظر می‌رسید که جهان، اساساً دارای نظمی قابل پیش‌بینی است. حالت کنونی جهان معلول گذشته و علت آیندهٔ آن است. لاپلاس گفت: «اگر یک ذهن خیالی یا فرضی در مقطعی از زمان به تمام قوانین عالم و شرایط موجود در آن مقطع آگاه باشد، می‌تواند تمام گذشته و آینده جهان را بیان کند» (Carnap 1966: 217). در دستگاه نیوتنی، اگر مکان و اندازه حرکت ذره مادی را داشته باشیم می‌توانیم حرکت آینده آن را با دقت و قطعیت پیش‌بینی کنیم. مکانیک کوانتومی چهارچوب مفهومی دستگاه نیوتنی را زیر و رو کرد.

شگفت‌انگیزترین ره‌آورد نظریهٔ کوانتومی آن بود که عمومیت اصل علّیت را مورد شک قرار داد. شاید بتوان گفت که ذرات درون هستهٔ اتم اندکی آزادی دارند و زیر بار نظم و قانون نمی‌روند (Russell 1961: 92).

محال است اندازه‌گیری یک کمیت را از آن‌چه اصل عدم قطعیت هایزنبرگ مجاز می‌داند، دقیق‌تر کنیم. مطابق این اصل اگر شما سرعت ذره‌ای را تعیین کنید، نمی‌توانید بگویید که کجاست و اگر جای ذره‌ای را بدانید، نمی‌توانید برای آن سرعتی در نظر بگیرید. این اصل، فیزیک قدیم را که مکان و سرعت از مفاهیم بنیادی آن بودند، بکلی زیر و رو کرد. نکتهٔ مهم این است که اصل عدم قطعیت به خود پروسهٔ اندازه‌گیری مربوط می‌شود، نه دقت دستگاه‌های اندازه‌گیری یعنی این عدم تعیین، ذاتی پدیدارهای هسته‌ای و غیرقابل انفکاک از آن‌هاست. اصل عدم قطعیت به تکامل تکنولوژی و بهبود وسایل اندازه‌گیری بستگی ندارد و حتی با وسایل ایدئال نمی‌توان به دقتی بیش از آن‌چه فرمول هایزنبرگ نشان می‌دهد، دست یافت.

کاربرد احتمالات در فیزیک کلاسیک تازگی ندارد. مسأله این است که در فیزیک کلاسیک، قوانین اساسی مانند قوانین نیوتن واجب و ضروری قلمداد می‌شوند و تحلیل آماری وسیله‌ای عملی است و جنبهٔ نظری ندارد. در آن‌جا آمار از جهت تسهیل کار یا ناآگاهی ما

مطرح می‌گردد؛ ولی کپنهاگی‌ها دیدگاه آماری را اصل قرار می‌دهند و تز وجوب علمی را رد می‌کنند. به عنوان مثال در طب، اقتصاد و سایر علوم اجتماعی به دلیل پیچیدگی موضوع و ناآگاهی خود، به آمار و احتمالات متوسل می‌شویم یعنی چون نمی‌توانیم قانون جهان شمولی ارائه کنیم که همه پدیدارها را تبیین و پیش‌بینی کند از آمار استفاده می‌کنیم؛ ولی در نظریهٔ کوانتومی، با یک رشته قوانین آماری برخورد می‌کنیم که از ناآگاهی ما ناشی نمی‌شوند، بلکه بیانگر ساختار اساسی عالمند.

کنار گذاشتن تز وجوب علّی به سود یک تعبیر آماری برای اینشتاین خیلی سخت بود و گفت: «خدا در خلقت عالم طاس نمی‌ریزد.» بور در جواب او گفت که «تو نمی‌توانی برای خدا تکلیف تعیین کنی.» این جواب ساده ولی بسیار عمیق است یعنی تو نمی‌توانی عادات ذهنی و پیشداوری‌هایت را به واقعیت عینی تحمیل کنی. به اصطلاح عرفا، کار خدا بی‌علت و بی‌چون و چراست و با قیاسات عقلی ما جور در نمی‌آید. دریغم می‌آید که توضیح شیخ محمود شبستری را در این مورد یادآوری نکنم:

جناب کبـــریایی لاابالی است مبرّا از قیاســـات خیالی است
منزه ذاتش از چند و چه و چون تعالـی شـانه عمـــا یقولـــون

(شبستری 1378: ابیات 110 ـ 547)

فرمالیسم هایزنبرگ در محدودهٔ خاصی یعنی در فضای اتمی، نقد هیوم را دربارهٔ علیت تأیید نمود.

نقد و تحلیل مفهوم علیت

در این‌جا به نقد و تحلیل مفهوم «علیت» می‌پردازیم و مبانی فلسفی مکتب کپنهاگی را ـ در این راستا ـ باز می‌نماییم.

از دیدگاه هیوم، امر واقع و وجود را نمی‌توان با برهان نشان داد. آن‌چه هست می‌تواند نباشد، یعنی نفی امر واقع، هیچ تناقض منطقی‌ای پیش نمی‌آورد. دانش ما از امر واقع و وجود، همیشه دانشی محتمل است. مفهوم وجود یک شئ، نتیجهٔ ادراک حسی است. هیچ شئ نیست که، به نحوی ما قبل تجربی، دلالت به وجود شئ دیگری نماید. انفجار باروت را نمی‌توان با بحثی ما قبل تجربی پیش‌بینی کرد. تقارن، تتابع و توالی پدیدارها در ما یک عادت یا انتظار روانشناختی به‌وجود می‌آورد که ضرورت منطقی ندارد. ما با مشاهدهٔ یک

پدیدار انتظار مشاهدهٔ پدیدار دیگری را داریم، زیرا ذهن ما به ادراک حسی متوالی این دو پدیدار «عادت» کرده است. بر اثر تکرار موارد متشابه، این عادت است که ما را وادار می‌کند که انتظار تتابع آن دو پدیدار را داشته باشیم. رابطه علّی، به خودی خود از تصور دو پدیدار، استنتاج‌پذیر نیست و شناخت ما از واقعیت، صرفاً به تجربه و عادتی که از تجربه ناشی شده است متکی است و این عادت فقط جنبهٔ روانشناختی دارد.

می‌بینیم که آن‌چه را مکتب کپنهاگی در عرصهٔ خاصی مطرح نموده، قرن‌ها قبل از آن هیوم به نحو اعم در نقد و تحلیل خود آورده است. چنین برخوردی با مسألهٔ علیت در تاریخ و فرهنگ خود ما سابقه‌ای طولانی دارد. بدون شک همان‌طور که پوپر هم تصدیق نموده است، غزالی پیشتاز هیوم است:

اقتران میان آن‌چه بنا بر عادت، سبب و مسبب گویند، نزد ما ضروری نیست. استمرار عادت بر تکرار حوادث، جریان آن را در اذهان ما بر اسلوب ثابتی مبتنی بر تجارب گذشته راسخ می‌گرداند (غزالی 1927: مسأله 17).

مولوی می‌گوید:

این سبب‌ها بر نظرها پرده‌هاست که نه هر دیدار، صنعش را سزاست
دیده‌ای خواهم سبب سوراخ کن تا حجـب را بـرکنـد از بیـخ و بن

(مولوی، دفتر پنجم: شماره ابیات 1553 ـ 1554)

فرض کنید دو تا دانه را برداریم. یکی از آن‌ها دانهٔ گیاه A باشد و دیگری دانهٔ گیاه B که از نوع کاملاً متفاوتی است. از طرف دیگر تصور کنید که وقتی دانه‌ها را بررسی می‌کنیم، ببینیم که هیچ اختلافی ندارند، ولی وقتی آن‌ها را می‌کاریم هرکدام گیاه نوع خود را به بار آورد. ابتدا می‌گوییم که فرقی میان دانه‌ها بوده است؛ ولی ما نتوانسته‌ایم آن را پیدا کنیم. حالا فرض کنید که این قضیه دائماً تکرار شود و ما هرگز نتوانیم تفاوتی میان دانه‌ها بیابیم. بالاخره ممکن است که از تلاش برای کشف تفاوتی میان آن‌ها دست برداریم. ویتگنشتاین می‌گوید که این موضوع نمی‌رساند که دیگر نیازی نیست که علل چنین رویدادی را مطرح کنیم. مثلاً حالا می‌توانیم منشأ آغازین دانه‌ها را علت این اختلاف تلقی کنیم و بگوییم این دانه به آن علت چنین رشد می‌کند که چنان منشأی داشته است و علت آن‌که رشد دومی به صورت دیگری است، آن است که دانهٔ گیاه متفاوتی بوده است. یعنی ما می‌گوییم که این دو دانه صرفاً به دلیل این‌که دو دانه‌اند به وجهی با یکدیگر متفاوتند ـ مثلاً اصل و نسب یا

موقعیت جغرافیایی آن‌ها اختلاف دارد ـ منطقاً هیچ اشکالی ندارد که این اختلاف را علت بعضی رویدادهای بعدی به حساب آوریم. ولی این فقط نشان می‌دهد که شکل خاصی از تبیین و توضیح پدیدارها بر اندیشهٔ ما مسلط است. جملهٔ «هر چیز علتی دارد» هیچ خبری از عالم به ما نمی‌دهد. واقعیت امر این است که ما به این روش عللی به وقایع نسبت می‌دهیم و این کار را «فقط» به همین طریق انجام می‌دهیم نه به طریقی دیگر. ویتگنشتاین در زمان نگارش *رساله* این مطلب را چنین بیان نمود: «هر چیز علتی دارد» صورت یک قانون است ولی از مضمون عینی آن چیزی نمی‌گوید. اگر می‌خواست این موضوع را به زبان فلسفهٔ بعدی خود بیان کند، چنین می‌گفت: این قضیه درباره روش بازنمایی ماست، نه دربارهٔ واقعیاتی که آن‌ها را باز می‌نماییم. به عبارت دیگر «هر چیز علتی دارد» قاعده‌ای برای بازنمایی واقعیات است (Mounce 1981: 75 – 78).

اگر دقیق‌ترین میکروسکوپ الکترونی تفاوتی میان دو دانه نشان ندهد، باز می‌گوییم باید علتی داشته باشد. این پیش‌داوری ماست.

فرض کنید فیزیکدانی می‌گوید که حرکت نامنظم یک سیاره باید علتی داشته باشد و اگر در حال حاضر در رصدهای نجومی هیچ جرم فلکی‌ای یافت نمی‌شود که آن را توجیه کند باید در آینده چنین چیزی کشف شود. این فیزیکدان، فرمالیسم مکانیک نیوتنی را که مبتنی بر عمومیت اصل علیت است، معیار بازنمایی هستی فیزیکی می‌داند و خود را به کلیت و ضرورت آن مقید می‌بیند. ضرورت ظاهری چنین حکم متافیزیکی‌ای بازتاب ساختار عالم نیست و فقط التزام او را به استفاده از این معیار خاص نشان می‌دهد. آن‌چه را که ما یک ضرورت ذاتی در هستی عینی تلقی می‌کنیم، سایهٔ قاعده یا معیاری است که در زبان خود اختیار کرده‌ایم. ویتگنشتاین آن‌چه را که کانت به عنوان قضایای ترکیبی پیشینی، وصف عالم عینی می‌پنداشت، رد کرد و تأکید نمود که آن‌ها *قواعد گرامری* یا معیارهای بازنمایی عالمند. مثلاً اصل علیت، که یکی از مثال‌های کانت در مورد قضایای ترکیبی پیشینی بود حقیقتی دربارهٔ هستی فیزیکی نیست بلکه یک معیار بازنمایی در مکانیک نیوتنی است. این قاعده یا معیار در مکانیک کوانتومی کارایی ندارد. ضرورت ظاهری قانون علیت ـ برخلاف آن‌چه کانت می‌پنداشت ـ بازتاب ساختار ذهن ما نیست. این اصل، معیار یا قراردادی زبانی برای بازنمایی عالم عینی است.

می‌توانیم مسأله را به شکل دیگری مطرح کنیم:

چرا به اصل علیت پای بندیم؟ آیا می‌توانیم به طریقی آن را اثبات کنیم؟ بهتر است برای روشن شدن مطلب به عنوان مقدمهٔ اصل توازی اقلیدس را مثال می‌زنیم. نزدیک 2000 سال کسی در استحکام و استواری این اصل تردید نکرد و به نظر می‌رسید که هندسهٔ اقلیدسی تنها دستگاهی است که ساختار فضای عینی را تبیین می‌نماید. در قرن نوزدهم هندسه‌های نااقلیدسی کشف شد و منطق ریاضی ابزار دقیقی برای تشخیص مغالطات برهان صوری گردید. با استفاده از منطق جدید، استقلال اصل توازی اقلیدس از سایر اصول او اثبات شد. آن وقت، دانشمندان می‌پرسیدند که اصل اقلیدس بر چه پایه‌ای متکی است؟ پاسخ این بود که ما خودمان آن را فرض کرده‌ایم. حالا چه دلیلی داریم که اصلی متناقض با آن را مبنا قرار ندهیم و واقعیت عینی فضای بالفعل را با دستگاه ریاضی حاصل از آن نسنجیم؟ در اوایل سده گذشته اینشتاین از هندسهٔ ریمانی برای تعیین ساختار فضای فیزیکی استفاده کرد. به‌این‌ترتیب نظام‌سازی فلسفی با الگوی هندسهٔ اقلیدسی ـ به صورتی که از افلاطون تا هگل مطرح شده بود ـ به کلی فرو ریخت.

عین همین سؤال در مورد اصل علیت مطرح است. چه دلیلی داریم که آن را باور کنیم؟ سه راه در پیش است: 1ـ ممکن است بگوییم می‌توانیم آن را به روش صوری از اصول موضوعهٔ دیگر استنتاج کنیم که در آن صورت عاری از مضمون عینی و محتوای تجربی خواهد بود. 2ـ راه دیگر این است که آن را مبتنی بر استقرای تجربی نماییم که در آن صورت بنابر نقد و تحلیل هیوم ضرورتی نخواهد داشت (Hume 1992: 458). 3 ـ راه سوم این است که اصل علیت را فرض کنیم یعنی بگوییم مانند یک فرضیه علمی برای تبیین پدیدارها به‌کار می‌رود (Russell 1969: 44).

نظر جیمز ربرت براون (Brown 1999: 17 - 18) در تفسیر آزمایش ذهنی EPR: فرض کنیم با تجزیهٔ یک ذرهٔ بنیادی، دو فوتون در دو جهت مخالف به طرف آشکارسازهایی که به فاصلهٔ بسیار زیاد در دو طرف یک دستگاه نصب شده‌اند، حرکت می‌کنند. آشکارسازها دارای صافی‌های پلاریزاسیون هستند که جهت اسپین فوتون‌ها را نشان می‌دهند. تجربه نشان می‌دهد که حالت اسپین دو فوتون به یکدیگر وابسته است. یعنی اگر مشاهده کنیم که اسپین یکی از آن‌ها به طرف بالاست، اسپین دیگری به طرف پایین خواهد بود. ولی ما هرگز نمی‌توانیم پیش‌بینی کنیم که که چه اسپینی در کدام طرف دستگاه حاصل می‌شود. به نظر می‌رسد که این امر کاملاً تصادفی است. نکته مهم وابستگی کامل دو فوتون به یکدیگر

است. ممکن است بگوییم که اندازه‌گیری در یک شاخه سبب می‌شود که نتیجه حاصل در شاخه دیگر چنان شود. ولی این امکان با نظریه نسبیت خاص منتفی می‌شود چون اثر فیزیکی نمی‌تواند با سرعتی بیش از سرعت سیر نور منتقل شود. ممکن است بگوییم که متغیر موضعی پنهانی در موقع تولید این زوج فوتون در کار بوده است که سبب وابستگی آن‌ها شده است. این نتیجه‌ای بود که EPR (اینشتاین، پادلسکی و رزن) گرفتند. جان بل در 1964 با یک آزمایش ذهنی نشان داد که متغیر موضعی پنهان به یک نتیجهٔ اندازه‌گیری متفاوت با آن‌چه مکانیک کوانتومی پیش‌بینی کرده است، می‌رسد. از آن‌جا که فرمالیسم مکانیک کوانتومی در طی بیش از هفتاد سال، پیوسته در تجربه تأیید شده است، فرض متغیر موضعی پنهان اشتباه است. در سال 1982 اسپه و همکارانش در پاریس آزمایش ذهنی یا آرمانی بل را عملاً در آزمایشگاه انجام دادند و به‌این‌ترتیب مجدداً موضع بور در برابر اینشتاین با قاطعیت تأیید شد و دوباره پیروزی مکتب کپنهاگی اعلام گردید. فرض کنید من در یک شاخه دستگاه باشم و ملاحظه کنم که اسپین به طرف بالا است. بلافاصله استنتاج می‌کنم که شما در طرف دیگر دستگاه اسپین به طرف پایین دارید. تنها راه فرار این است که نسبیت خاص را قبول نکنیم و بگوییم که اطلاعات می‌تواند با سرعتی بیش از سرعت نور منتقل شود که جامعهٔ فیزیکدانان چنین کاری نمی‌کند. پروفسور براون این آزمایش را یک مثال نقض برای کلیت قانون علیت در طبیعت می‌داند (همان).

نتیجه‌گیری

مکانیک کوانتومی یک تعبیر استاندارد دارد که میراث بور و پیروان اوست و به مکتب کپنهاگی معروف است و با بعضی از عمیق‌ترین باورهای ما در تعارض است. شاید به همین جهت است که فاینمن (برندهٔ جایزه فیزیک نوبل) می‌گوید: با اطمینان می‌توان گفت که هیچ‌کس مکانیک کوانتومی را نمی‌فهمد (Feynman 1967: 129).

آن‌چه فهم یک موضوع را مشکل می‌سازد ـ به فرض آن‌که موضوع بامعنی و مهمی باشد ـ این نیست که باید قبل از مطالعه آن، مطالب غامضی را فرا گرفت. اشکال کار در تعارضی است که که میان فهم خود موضوع و آن‌چه ما غالباً می‌خواهیم از آن بفهمیم وجود دارد. به همین دلیل است که دشوارترین کارها درک واضح‌ترین مطالب است. گرفتاری، از خواست ما ناشی می‌شود نه از ضعف عقل ما و درست همین گرفتاری است که باید به آن فایق آییم

(Wittgenstein 1989: 17).

دانشمندانی که نمی‌توانند تعبیر کپنهاگی را بپذیرند، می‌خواهند میل خود را به واقعیت عینی تحمیل کنند.

فلاسفهٔ بزرگی عقایدشان را دربارهٔ ساختمان عالم، تحت تأثیر تمایلات نفسانی خود قرار داده‌اند. یعنی از قبل چیزی را فرض کرده‌اند و آنگاه دلایل سفسطه‌آمیزی برای اثبات صحت این فرض اختراع نموده‌اند (Russell 1961: 788). آن‌ها که به قول هایزنبرگ می‌ترسند تعبیر کپنهاگی فیزیک هسته‌ای، انگاره جبر تاریخی آن‌ها را بی‌اعتبار کند، در حقیقت حکم دادگاه را از پیش تعیین کرده‌اند و با علم سروکاری ندارند.

منابع

شبستری، شیخ محمود، 1378، *گلشن راز*، شرح لاهیجی، تهران: انتشارات زوار.

غزالی طوسی، ابوحامد محمد، 1927، *تهافت الفلاسفه*، بیروت.

مولوی، جلال‌الدین محمد، 1972، *مثنوی*، تصحیح نیکلسن، ر.ا و اوقاف گیب، لایون، هلند.

Brown, J. R. 1999. ***Philosophy of Mathematics.*** Rout ledge.

Carnap, R. 1966. ***Philosophical foundations of physics***. Basic Books.

Cushing, J.T. 1998. ***Philosophical Concepts in Physics***. C.U.P.

Feynman, R. 1967. ***The Character of Physical Law***. MIT press.

Hume, D. 1992. ***A Treatise on Human Nature. O.U.P***

Mounce, H. 1981. ***An Introduction to Wittgenstein's Tractatus***. Blackwell.

Russell, B. 1961. ***A History of Western Philosophy.*** Allen and Unwin.

_____. 1961. ***Scientific outlook***. Allen and Unwin.

_____. 1969. ***Our Knowledge of the External World***. Allen and Unwin.

Wittgenstein, L. 1989. ***Culture and Value, edited by Von Wright***. translated by Peter Winch. Blackwell.