

فیزیک و متافیزیک

بنابراین، چگونه مفاهیم فیزیک کوانتومی به واقعیت جهان مربوط می‌شود؟ دیدگاه‌های مختلف درباره جایگاه «نظریه‌ها» در علم، تعبیر و تفسیر متفاوتی از نظریه کوانتوم می‌کنند.

۱. اصالت واقع کلاسیک: نیوتن و تقریباً تمام فیزیکدانان قرن نوزدهم، نظریه‌ها را توصیفات «طبیعت»، آن گونه که فی نفسه و مستقل از مشاهده گر تحقق دارد، تلقی می‌کردند. فضا [مکان]، زمان، جرم، و سایر «کیفیات اولیه» (۳۷) خواص همه اشیای واقعی‌اند. مدل‌های مفهومی، نسخه‌بدلهایی از جهانند که ما را قادر می‌سازند تا ساختار مشاهده‌ناپذیر جهان را با اصطلاحات مانوس کلاسیک مجسم کنیم. اینشتین این سنت را با پافشاری بر این نکته ادامه داد که یک توصیف کامل از سیستم اتمی، مستلزم مشخص کردن متغیرهای کلاسیک «مکان - زمانی» است که حالت آن را به گونه‌ای عینی و غیرمبهم، تعیین کند. او بر آن بود که چون نظریه کوانتوم چنین نیست پس نظریه‌ای ناقص است و عاقبت به وسیله نظریه‌ای که انتظارهای کلاسیک را تحقق بخشد، کنار گذاشته خواهد شد.

مطابق این رای، نظریه‌ها ساخته‌های مفید بشر و تمهیدهایی برای محاسبه‌اند (۳۹) که جهت مرتبط کردن مشاهدات و انجام پیش‌بینیها به کار می‌آیند. آنها همچنین ابزارهایی عملی برای دستیابی به کنترل فنی شمرده می‌شوند. مبنای داوری درباره آنها، مفیدبودنشان در به ثمر رساندن این اهداف است، نه مطابقت آنها با واقعیت (که برای ما امری دست‌نیافتنی است). مدلهای، مجعولهایی تخیلی‌اند (۴۰) که موقتا برای ساختن نظریه‌ها استفاده می‌شوند و پس از آن می‌توان آنها را کنار نهاد؛ آنها بازآمدهای (۴۱) حقیقی جهان نیستند. اگرچه می‌توانیم از معادلات کوانتومی برای پیش‌بینی پدیده‌های مشاهده‌پذیر استفاده کنیم، امانی‌توانیم در میان مشاهداتمان از اتم سخن بگوییم.

اغلب چنین پنداشته می‌شود که بور قاعدتا باید ابزارگرا باشد، زیرا او در بحث طولانی بانیشترین، اصالت واقع کلاسیک را رد کرده است. اما آنچه او واقعا گفت، آن است که مفاهیم کلاسیک را نمی‌توان بدون ابهام برای تشریح سیستمهای اتمی موجود به کار برد. از مفاهیم کلاسیک فقط می‌توان برای توضیح پدیده‌های مشاهده‌پذیر، در موقعیتهای ویژه آزمایشگاهی استفاده کرد. ما نمی‌توانیم جهان را آن گونه که «فی نفسه» تحقق دارد، جدای از تاثیر متقابل ما با آن، مجسم کنیم. بور، به میزان زیادی با نقد طرفداران ابزارانگاری از اصالت واقع کلاسیک موافق بود ولی او به‌طور مشخص از ابزارانگاری حمایت نمی‌کرد و با تحلیل دقیق‌تر به نظر می‌رسد که او گزینه سومی را اختیار کرده باشد.

قایلین به اصالت واقع نقادانه، نظریه‌ها را بازنمودهایی ناتمام از جنبه‌های محدود جهان، آن‌گونه که با ما در کنش متقابلند، تلقی می‌کنند. نظریه‌ها به ما اجازه می‌دهند تا جنبه‌های مختلف جهان را که در موقعیتهای گوناگون آزمایشگاهی آشکار می‌شوند، به یکدیگر مرتبط کنیم. از نظر حامیان اصالت واقع نقادانه، مدلها، اگرچه انتزاعی و گزینشی‌اند اما برای مجسم کردن ساختارهای جهان که موجب این کنشهای متقابلند، کوششهایی ضروری به حساب می‌آیند. در این نگرش، هدف علم، فهم است نه کنترل. تایید پیش‌بینیها آزمونی است برای فهم معتبر (۴۳) ولی خود پیش‌بینی، هدف علم نیست.

بخوبی می‌توان ادعا کرد که بور - اگرچه نوشته‌های او همواره واضح نبوده است - صورتی از اصالت واقع نقادانه را پذیرفته بود. او در بحث با انیشتین، واقعیت الکترون‌ها یا اتم‌ها را انکار نکرد، بلکه مدعی بود که آنها از آن رسته اشیایی نیستند که توصیفات فضا - زمانی کلاسیک را پذیرند. وی پدیدارشناسی (۴۴) «ماخ» (۴۵) را که واقعیت اتم‌ها را مورد تردید قرار می‌داد، پذیرفت. «هنری فولس»، (۴۶) این بحث را چنین خلاصه می‌کند: «او [بور] چارچوب کلاسیک را کنار گذاشت و استنباط واقع‌گرایانه را درباره توصیف علمی طبیعت حفظ نمود. آنچه او طرد می‌کند اصالت واقع نیست، بلکه تعبیر کلاسیک آن است.» [۴] بور، واقعیت سیستم اتمی را که با سیستم مشاهده‌گر در برهم کنش است، فرض مسلم گرفت. در قبال تعبیرهای ذهن‌گرا (۴۷) از نظریه کوانتوم که مشاهده را یک برهم کنش

ذهنی - فیزیکی (۴۸) تلقی می‌کنند، بور از برهم کنشهای فیزیکی میان سیستمهای ابزاری و اتمی، در وضعیت کامل آزمایشگاهی، سخن می‌گوید. به علاوه، «موج و ذره» یا «اندازه حرکت و موقعیت مکانی» یا دیگر وصفهای مکمل، حتی اگر هم بروشنی قابل اطلاق نباشند، بر یک شیء واحد صدق می‌کنند. آنها از نمودهای متفاوت سیستم اتمی واحد حکایت می‌کنند.

«فولس» می‌نویسد:

«بور احتجاج می‌کند که این گونه باز نمودها، انتزاعهایی هستند که در امکان توصیف یک پدیده به عنوان کنش متقابل میان سیستمهای مشاهده‌گر و سیستمهای اتمی، نقشی حیاتی ایفا می‌کنند، اما نمی‌توانند خواص یک واقعیت مستقل را تصویر کنند ... ما می‌توانیم چنین واقعیتی را به حسب توانایی آن برای ایجاد برهم کنشهای گوناگون توصیف کنیم - برهم کنشهایی که نظریه مذکور، آنها را تامین‌کننده شواهد مکمل درباره شیء عین واجد قلمداد می‌کند. [۵] بور نگرش اصالت واقع کلاسیک را که براساس آن، جهان دربردارنده موجوداتی با خواص معین کلاسیک است، نپذیرفت. ولی با وجود این، بر آن بود که جهانی واقعی وجود دارد که درکنش متقابل، توانایی ایجاد پدیده‌های مشاهده‌پذیر را داراست.

فولس کتاب خود را درباره بور با این نتیجه‌گیری به پایان می‌رساند:

«هستی‌شناسی (۴۹) ای که این نحوه تعبیر و تفسیر از پیام "بور" مستلزم آن است، اشیای فیزیکی را نه مطابق با چارچوب کلاسیک و از راه خواص معین که با خواص پدیده‌ها مطابقند، بلکه از طریق توان آنها برای ظاهر شدن در نمودهای گوناگون پدیده‌ها، توصیف

می‌کند. بدین ترتیب در چارچوب مکملیت، حفظ استنباط واقع‌گرایانه و پذیرفتن کامل بودن نظریه کوانتوم فقط با تجدید نظر در فهم ما از ماهیت یک واقعیت مستقل فیزیکی و اینکه ما چگونه می‌توانیم آن را بشناسیم، ممکن است.» [۶]

کوتاه سخن اینکه ما باید اکیدا جدایی قاطع بین مشاهده‌گر و شیء مشاهده‌شده را که در فیزیک کلاسیک فرض می‌شد، انکار کنیم. براساس نظریه کوانتوم، مشاهده‌گر همواره یک شریک و سهیم به حساب می‌آید.

در مکملیت، استفاده از یک مدل، استفاده از مدل‌های دیگر را محدود می‌سازد. مدل‌ها، بازنمودهای نمادین (سمبولیک) از وجوه واقعیت متعاملند که نمی‌توانند منحصر بر وفق شباهتهایی که با تجربه روزمره دارند، مجسم شوند. آنها صرفا به‌طور کاملاً غیرمستقیم، با جهان‌اتمی و یا با پدیده‌های مشاهده‌پذیر، مربوط‌اند. ولی ما مجبور نیستیم ابزارانگاری‌ای را بپذیریم که نظریه‌ها و مدل‌ها را ابزارهای فکری و عملی مفیدی می‌انگارد که درباره جهان چیزی به مانمی‌گویند.

خود بور پیشنهاد کرد که ایده مکملیت قابل بسط به سایر پدیده‌هایی است که با دو نوع مدل، تحلیل‌پذیرند، مانند: مدل‌های «مکانیستی و ارگانیک» (۵۰) در زیست‌شناسی؛ مدل‌های «رفتار‌گرایانه و درون‌نگرانه» (۵۱) در روان‌شناسی؛ مدل‌های «جبر» و «اختیار» در فلسفه؛ یا مدل‌های «عدل الهی و «عشق الهی» در الهیات. بعضی نویسندگان پا را فراتر نهاده و

از مکملیت «علم» و «دین» سخن می‌گویند. بدین‌سان «سی.ای. کولسون» (۵۲) پس از تشریح دوگانگی موج - ذره و تعمیم بور از آن، علم و دین را «توضیح‌های مکمل درباره واقعیت» می‌نامد. [۷] من به این‌گونه استعمال گسترده از اصطلاح مزبور، با دیده شک می‌نگرم. در زیر چند شرط را برای به کار بردن مفهوم مکملیت مطرح می‌کنم: [۸]

۱. مدلها باید فقط در صورتی مکمل یکدیگر نامیده شوند که به یک موجود واحد و یک گونه واحد منطقی اشاره کنند. موج و ذره، مدل‌هایی برای یک موجود منفرد (مثلا یک الکترون) در یک موقعیت منفرد (مثلا در یک آزمایش دو شکاف) به‌شمار می‌آیند. آنها هر دو در یک سطح منطقی قرار دارند و قبلا در یک شعبه از علم استعمال شده‌اند. این شرایط در مورد علم و دین صدق نمی‌کند. آن دو، نوعا در موقعیت‌هایی متفاوت پدید می‌آیند و در زندگی انسان وظایف مختلفی را به انجام می‌رسانند. [۹] از این‌رو، من علم و دین را زبانهای بدیل (۵۳) می‌دانم و اصطلاح مکملیت را به مدل‌های مربوط به یک گونه واحد منطقی و در چارچوب یک زبان خاص، محدود می‌کنم؛ نظیر مدل‌های «انسان‌وار» و «غیرانسان‌وار» برای خداوند.

است و نه «استدلالی». (۵۵) باید دلایل مستقلی برای ارزش دو مدل بدیل و یا مجموعه‌هایی از ساختها در حوزه دیگر وجود داشته باشد. نمی‌توان فرض کرد که مدل‌های مفید در فیزیک، در سایر رشته‌ها نیز ثمربخش باشند.

۳. مکملیت، هیچ توجهی را برای پذیرش غیرنقادانه حصرهای دووجهی (۵۶) فراهم نمی‌آورد. این اصطلاح را نمی‌توان برای اجتناب از پرداختن به ناهماهنگیها یا «وتو» کردن جست‌وجوی وحدت، به کار برد. درباره ویژگی متناقض‌نما (۵۷) در دوگانگی موج - ذره نباید مبالغه شود. مانمی‌گوییم که یک الکترون هم موج است و هم ذره، بلکه می‌گوییم رفتاری موج‌گونه و ذره‌وار از خود نشان می‌دهد. به‌علاوه، ما یک فرمالیزم ریاضی وحدت‌یافته در اختیار داریم که لااقل، پیش‌بینی‌هایی احتمالی را فراهم می‌آورد، حتی اگر تلاشهای گذشته، هیچ نظریه‌ای را بهتر از نظریه کوانتوم در طابقت با داده‌ها به دست نداده باشد، ما نمی‌توانیم تحقیق برای مدل‌های وحدت بخش جدید را طرد کنیم. انسجام (۵۸)، حتی اگر با اعتراف به محدودیتهای زبان و تفکر بشری تعدیل شده باشد، همواره در سراسر پژوهش اندیشه‌مندانه به صورت یک آرمان باقی می‌ماند.

پی‌نوشتها:

۱ - متن مقاله بخشی از فصل هفتم کتاب دین و علم: مسائل تاریخی و معاصر نوشته ایان باربور است که در سال ۱۹۹۷ منتشر شده است. این کتاب آخرین و مهمترین اثر باربور در زمینه مباحث علم و دین است که در پژوهشگاه فرهنگ و اندیشه اسلامی در دست ترجمه به فارسی است و بزودی منتشر خواهد شد.

۲- quarks، دسته‌ای از بنیادی‌ترین اجزای مفروض ماده. (م).

۳- observer and observed، در جریان هر مشاهده سه امر تشخیص داده می‌شود:

(الف) عمل مشاهده، (ب) مشاهده‌گر [ل ناظر]، و (ج) شیء مشاهده‌شده. ارتباط این سه با

یکدیگر، هم در فلسفه و هم در تعابیر ارائه‌شده از فیزیک نوین، محل بحث و گفت‌وگوست.

(م).

۴- chance and law .

۵- parts and wholes .

۶- Epistemology .

۷- absolute .

۸- Primary qualities .

۹- Mass .

Velocity .- ۱۰

objective .- ۱۱

Reductionistic .- ۱۲

به معنای پیروی از مکتبی است به نام Deism که در اواسط قرن شانزدهم میلادی در انگلستان ظاهر شد. این مکتب متأثر از پیشرفتهای علم، نیروی عقل را در رسیدن به خداوند کافی می‌دانست و جهان را همچون ماشینی می‌پنداشت که خداوند، طراح آن است. پیروان این نظر، دین و الهیات مبتنی بر وحی را منکر بودند و از دین و الهیات طبیعی و یا به تعبیری عقلانی طرفداری می‌کردند. (م).

Conceptual Schemes .- ۱۴

۱۵- electromagnetic theory، در دهه ۱۸۶۰ میلادی، فیزیکدانان به نام مکسول، (Maxwell) توانست از راه توصیف ریاضی، نیروهای الکتریکی و مغناطیسی را در نظریه‌ای واحد، با عنوان «نظریه الکترومغناطیس» تلفیق کند. (م).

۱۶- Kinetic theory of gases، نظریه‌ای که در صدد است با بیانی ریاضی، رفتار گازها را

بر اساس حرکات اجزای اتمی و مولکولی آنها توضیح دهد. (م).

۱۷- thermodynamic، این اصطلاح که از دو واژه یونانی، یکی به معنای حرارت و

دیگری حرکت، ترکیب شده است، بیانگر قوانین و روابط بین حرارت و حرکت مولکولها

بویژه مولکولهای گاز است. (م)

۱۸- Continuous media، فیزیکدانان قرن نوزدهم برای توجیه انتشار امواج نور و

به طور کلی امواج الکترومغناطیس در فضا، به نوعی واسطه و میانجی به نام «اثیر» قایل شدند

که ساختاری پیوسته داشت و آنها را محمل انتشار آن امواج می‌پنداشتند. البته ناروا بودن این

فرض که ناشی از قیاس امواج الکترومغناطیس (از جمله نور) با امواج صوتی بود، بعداً روشن

شد. (م).

۱۹- Photoelectric effect، اثر فتوالکتریک به جریانی الکتریکی که به واسطه تاثیر

انرژی نور از راه جدا کردن الکترون‌ها از سطح فلزات ایجاد می‌شود، اطلاق می‌گردد.

انیشتمین در مقاله‌ای (۱۹۰۵) درباره اثر فتوالکتریک، این فرضیه را مطرح ساخت که نور

متشکل از ذراتی منفصل است. تا قبل از انیشتمین اغلب فیزیکدانان می‌پنداشتند که نور صرفاً

پدیده‌ای موج‌گونه است، ولی فرضیه انیشتمین مستلزم آن بود که نور جریانی است از ذرات

که از بسته‌های مجزا و کوچک انرژی که بعداً فوتون نامیده شدند، تشکیل شده است. با

استفاده از این ایده، او معادله‌ای را برای اثر فتوالکتریک تنظیم کرد که نهایتاً در سالهای

۱۹۲۳ - ۱۹۲۴ تایید و اثبات شد. (م).

۲۰- Photon، کوچکترین واحد تشکیل‌دهنده نور که فاقد بار الکتریکی و جرم است.

۲۱- Phase، تابعی ریاضی است که مختص معادله‌های مربوط به حرکت موج است.

۲۲- Momentum، حاصل ضرب جرم در سرعت هر جسم متحرک را اندازه حرکت آن

می‌نامند.

۲۳- Wave functions، تابع موج، تابعی ریاضی است که در نظریه کوانتوم برای نشان

دادن وضعیت یک سیستم فیزیکی و محاسبه احتمال وقوع یک رویداد (مثلاً تابش یک فوتون

از یک اتم) در زمان اندازه‌گیری، به کار می‌رود. (م).

۲۴- Super position of states، در مکانیک کوانتومی، اصلی وجود دارد به نام «اصل

ترکیب» که مطابق آن، امکانهای (وضعیت‌های محتمل) کوانتومی می‌توانند با یکدیگر آمیخته

شوند و «ترکیبی از وضعیت‌ها» را که خود وضعیتی جدید است، پدید آورند. (م).

۲۵- Probability distribution، مفهومی است اساسی در نظریه احتمالات، به معنای

تخصیصی احتمالات به مجموعه‌ای از رویدادها که به یکدیگر مرتبطند. (م).

۲۶- Probability waves، امواجی هستند که احتمال وجود یک ذره را (مثلا الکترون) در

نقطه‌ای از فضا (مثلا فضای پیرامون هسته) بیان می‌کنند. این امواج در مکانیک کوانتومی،

دارای هویتی مادی و متعارف نیستند بلکه صرفاً کیفیت انتشار احتمالات را نشان می‌دهند.

(م).

۲۷- Quantum field theory، نظریه‌ای است که در نتیجه اعمال نظریه کوانتوم در مورد

رفتار یک میدان، نظیر میدان الکترومغناطیس، حاصل شده است. این نظریه نقشی اساسی در

درک نیروهای بنیادی حاکم بر قلمرو مادون اتمی داشته است. (م).

۲۸- . electromagnetic interactions

۲۹- . Subnuclear interactions

۳۰- Quantum chromodynamics، نظریه‌ای نوین است که توصیف برهم کنشهای

قوی بین کوارک‌ها و گلوئون‌ها (ذراتی کوانتومی که عامل پیوند مستحکم کوارک‌ها بر

یکدیگرند) را بر عهده دارد. عنوان اختصاری این نظریه «QCD» است. (م).

۳۱- Complementarity principle .

۳۲- Subject .

۳۳- Object .

۳۴- از دیدگاه کانت آنچه ما از جهان می‌دانیم آن است که با قالبهای مفهومی و ذهنی خود فهمیده‌ایم. از این رو، آنچه می‌یابیم عوارض معرفتی جهان است نه خود جهان، آن گونه که هست. (م).

۳۵- Word in itself .

۳۶- Conceptual Molds .

۳۷- Primary qualities ، جان لاک (۱۶۳۲ - ۱۷۰۴) فیلسوف انگلیسی برای هر شیء فیزیکی دو دسته کیفیات مطرح کرد: ۱. کیفیات اولیه: مانند شکل معین، اندازه معین و ... که هر شیء فیزیکی از آنها برخوردار است، خواه کسی آنها را درک کند یا نه. ۲. کیفیات

ثانویه: نظیر طعم، رنگ، بو، و که وجود آنها مشروط به حضور نیرویی درک کننده و اندامهای حسی است. (م).

Instrumentalism - ۳۸

Calculating - ۳۹

Imaginative fictions - ۴۰

Representations - ۴۱

Critical realism - ۴۲

Valid understanding - ۴۳

Phenomenalism - ۴۴

Ernst mach - ۴۵

Henry folse - ۴۶

Subjectivist - ۴۷

Mental - physical - ۴۸

Ontology - ۴۹

۵۰ - Mechanistic and organic models، در مدل‌های مکانیستی، موجودات زنده بسان «ماشینهای پیچیده‌ای» که چیزی جز مجموع اجزا نیستند، در نظر گرفته می‌شوند و براساس قوانین فیزیکی و شیمیایی تشریح پذیرند. اما در مدل‌های ارگانیک، آنچه ارائه می‌شود یک کل یکپارچه به نام ارگانیزم است که دارای سلسله مراتبی از سطوح مختلف نظم است. این کل سازمان یافته، چیزی بیشتر و فراتر از مجموع اجزاست و صرفاً با قوانین فیزیکی و شیمیایی نمی‌توان آن را تشریح کرد. (م).

۵۱ - Behavioristic and instropesti models، رفتارگرایی و درون‌نگری دو مدل و شیوه در روان‌شناسی است. براساس درون‌نگری، حالت‌های درونی و فرآیندهای ذهنی انسان، موضوع اصلی تحقیقات روان‌شناسی را تشکیل می‌دهد. اما در رفتارگرایی، بررسی و مشاهده «رفتار» بویژه از راه آزمون‌های «محرک و پاسخ» نقش اصلی را بر عهده دارند. (م).

C. A. Coulson - ۵۲

alternative languages - ۵۳

analogical - ۵۴

inferential - ۵۵

۵۶ - Dichotomies، یعنی تقسیمهای ثنائی، که محصول این تقسیمها، در قالب قضایایی که در علم منطق به قضایای منفصله مانعاً الجمع و حقیقه شهرت دارند، بیان می‌شود. مانند این قضیه: عدد یا زوج است یا فرد.

Paradoxical - ۵۷

Coherence - ۵۸