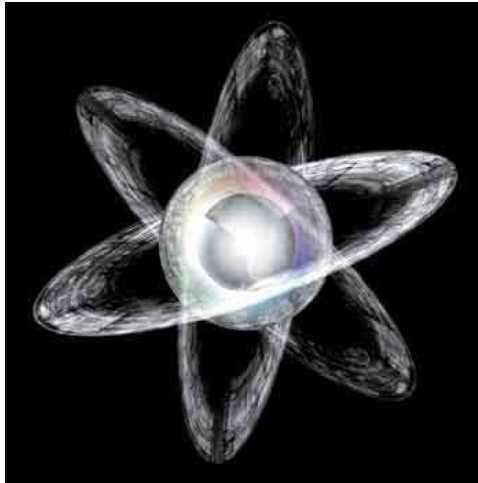


لایه های زیرین واقعیت

مهدي صارمي فر



«ساده ترین چیزی که مشاهده می کنیم رازی دربردارد. این گهواره همه علوم و هنرهای واقعی بشری است. کسی که این را نمی داند و در برابر این راز بزرگ به اعجاب و تحیر نایستاده مرده ای است، شمعی است خاموش.»

آلبرت اینشتین

...

در اوایل قرن بیستم انقلاب های علمی در حال شکل گیری و تکوین بودند. مهم ترین این انقلاب ها در ساختارهای اساسی فیزیک نظری اتفاق افتاد. انقلاب هایی که نتیجه آنها تغییر تصور امروزی ما از مفاهیم بنیادی مثل فضا، زمان، علیت، موضعییت، واقعیت و... است، همگی نتیجه همین انقلاب ها بودند. مکانیک کوانتومی و نظریه نسبیت خاص و عام مهم ترین انقلاب های علمی تمام تاریخ بوده اند.

تدوین مکانیک کوانتومی حدود ۳۰ سال طول کشید. از زمان توضیح تابش جسم سیاه به وسیله پلانک و خلق مفهوم کوانتومی بودن انرژی تا زمان صورت بندی مکانیک موجی و مکانیک ماتریسی تعداد زیادی از پدیده های فیزیکی کشف شده بودند که به وسیله مکانیک کلاسیک (نیوتنی) قابل توجیه نبودند، هر چند تعدادی از این پدیده ها را بزرگانی مثل بور، زومر فلو، پلانک، روزنفلد، فرانک، هرتز، اینشتین و... به صورت پدیده شناختی (Phenomenological) توضیح داده بودند. اما توضیح واحدی برای این پدیده ها وجود نداشت تا اینکه بالاخره در سال های ۱۹۲۶ و ۱۹۲۷ هایزنبرگ و شرودینگر به توضیحی جامع برای پدیده های کوانتومی دست پیدا کردند. هایزنبرگ از ماتریس ها استفاده کرده بود و شرودینگر از پایه های فضای هیلبرت. سال بعد دیراک نشان داد که این دو رهیافت در واقع یکی هستند. از همان زمان و به خصوص بعد از تدوین کتاب بحث برانگیز «اصول ریاضی مکانیک کوانتومی» فون نویمان بحث های بسیار زیادی با پایه های فلسفی در دنیا درگرفت که تبعات و نتایج آنها تا به امروز ادامه دارد. بحث هایی درباره مبانی فلسفی مکانیک کوانتومی دو دوره اوج دارد. یکی از این دوره های اوج بین سال های ۱۹۲۷ تا ۱۹۳۳ در کنگره های سولوی ظاهر شد. در آن کنگره ها بحث هایی بین همه بزرگان فیزیک دعوت شده درگرفت، بحث هایی بسیار عمیق درباره نتایج مکانیک کوانتومی که سردمداران آنها بور و اینشتین بودند. بور طرفدار دو آتشه مکانیک کوانتومی بود و مدافع اول آن به حساب می آمد. از طرفی بسیاری از بزرگان هم عصر بور در موسسه فیزیک نظری وی با او همکاری کردند. نسل بعدی و حتی نسل بعد از آن هم به شدت تحت تاثیر بور بودند. اکثر فیزیکدانان بزرگ معاصر یا شاگرد بور بودند یا شاگرد شاگرد او. به همین دلیل این دیدگاه مکانیک کوانتومی رواج بیشتری یافت. (البته باید توجه کرد که این دیدگاه در توجیه پدیده ها بسیار قدرتمند بود که اوج آن را می توان در توجیه کامل طیف اتم هیدروژن دید). به این دیدگاه مکتب کپنهاگی مکانیک کوانتوم می گویند، زیرا بور اهل دانمارک بود و در دانشگاه کپنهاگ کار می کرد.

در جبهه مقابل اینشتین قرار داشت که به همراه دو بروی و شرودینگر مخالف تعبیرهای فلسفی بور از نتایج مکانیک کوانتومی بود. بحث های اینشتین و مثال هایی که سر میز صبحانه در کنگره سولوی بیان می کرد نشان می داد که مکانیک کوانتومی ناقص است. بحث های بور سر میز شام نیز که جواب حرف های اینشتین بود، معروف است. در اواخر دهه ۱۹۴۰ دیوید بوهم کتابی عمیق و دقیق و البته آموزشی در زمینه مکانیک کوانتوم نوشت به نام «نظریه کوانتوم». او این کتاب را برای اینشتین، بور، هایزنبرگ و دیراک و... ارسال کرد تا نظر آنها را جویا شود. البته باید متذکر شد که در حین نوشتن کتاب دیدگاه او نسبت به نظریه کوانتومی در حال تغییر بود و روزه روز به اشکالات فلسفی این نظریه بیشتر پی می برد.

اینشتین از کتاب او استقبال کرد و نامه ای برایش نوشت. همین ارتباط او با اینشتین او را تشویق کرد که به تحقیق در این زمینه بپردازد. حاصل این تحقیقات «نظریه کوانتومی بوهم» بود که یکی از نظریه های متغیر های نهان است.

• متغیرهای نهان

یکی از مبانی اصلی مکانیک کوانتومی کپنهاگی عدم قطعیت است که هایزنبرگ آن را کشف کرده است. عدم قطعیت می گوید که نمی توان همزمان مسیر و حرکت ذره را با دقت بالایی مشخص کرد، هرچه دقت در اندازه گیری مسیر حرکت ذره بیشتر باشد، اندازه حرکت آن را با دقت کمتری می توان اندازه گرفت. این امر تبعات بسیار زیادی دارد که نقض علیت یا طرد موجبیت از جمله آنها است. بوهم به دنبال رفع این مشکل بود. اما می دانست که عدم قطعیت ذاتی مکانیک کوانتوم است بنابراین به دنبال تئوری کوانتومی بدیل فاقد عدم قطعیت بود.

او برای رفع «عدم قطعیت» پیشنهاد داد که یک جمله به معادله شرودینگر اضافه شود. اضافه کردن این جمله باعث می شود که عدم قطعیت اندازه حرکت و مکان از بین برود و

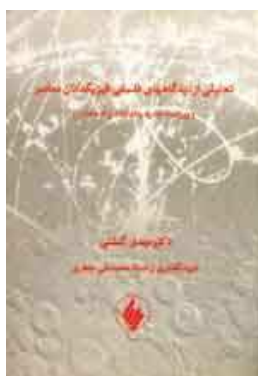
هرکدام از آنها را با هر دقتی بتوان مشخص کرد. اما نکته اینجاست که اضافه کردن این جمله به معادله شرویدینگر مستلزم در نظر گرفتن متغیرهایی است که قابل آشکارسازی نیستند، اما وجود آنها باعث می شود که عدم قطعیت از بین برود. بوهوم این جمله اضافی را «پتانسیل کوانتومی» نامگذاری کرد. پتانسیل کوانتومی هم مسئله عبور ذره از دو شکاف را توجیه می کند و هم مسئله عبور ذره از مانع پتانسیل را. در حالت اول ذره به جایی که تابع موج صفر است نمی رسد زیرا در آنجا پتانسیل کوانتومی بی نهایت است و لذا ذرات را از آنجا دفع می کند. در مورد دوم وجود پتانسیل کوانتومی ارتفاع سد پتانسیل را کم می کند و در نتیجه ذره عبور می کند.

• نقد نظریه بوهوم

پس از انتشار نظریه بوهوم در ۱۹۵۲ پائولی نامه ای به او نوشت و به شدت اعتراض کرد. اعتراض پائولی این بود که این مدل را نمی توان به چند ذره تعمیم داد. بوهوم در جواب پائولی مسئله چندذره ای را با این نظریه حل کرد و برای آزمایش EPR توضیحی داد.

اما واکنش اینشتین جالب تر بود. او فکر می کرد که نظر بوهوم بیش از اندازه ساده انگارانه است. او انتظار داشت که چیزی عمیق تر از این در کار باشد. بوهوم در جواب او گفت که ممکن است حق به جانب اینشتین باشد، اما در نبود نظریه ای عمیق تر، بهتر است فعلاً به همین بسنده کنیم تا اینکه اصلاً چیزی نداشته باشیم. بعضی دیگر از فیزیکدانان گفته اند که برای آنکه نظریه بوهوم جدی تلقی شود، باید در مواردی پیش بینی هایی غیر از پیش بینی های مکانیک کوانتومی کپنهاگی داشته باشد. بوهوم خودش معتقد بود که مشکل است در عمل مواردی را پیدا کنیم که این دو نظریه پیش بینی های متفاوتی داشته باشند تا بتوان به تجربه در مورد درستی آنها قضاوت کرد. برای آن که نظریه بوهوم را مورد آزمون قرار دهیم باید از چارچوب نظریه کوانتوم خارج شود تا بتوانیم متغیرهای نهان را بیازماییم. تا زمان حال نتایج تجربی، مزیتی برای هیچ کدام از دو نظریه پیدا نکرده اند. اما نظریه بوهوم از لحاظ فلسفی برتری دارد زیرا این نظریه توصیفی علی در سطح کوانتومی ارائه می دهد. در اواخر قرن بیستم بوهوم به همراه شاگردش هایلپ نظریه نسبیتی را هم به این موضوع اضافه کردند. امروز گرانش کوانتومی بوهومی هم از موضوعات مورد پژوهش است.

• عدم موضعیّت



به نظر می رسد یکی از دلایل عمده موضع گیری های اولیه علیه بوهوم مسئله غیرموضعی بودن باشد که با توجه به نتایج آزمایش بل به نظر می رسد که عدم موضعیّت در اطلاع رسانی، ذاتی عالم باشد. بنابراین برای محک مکانیک کوانتومی بوهومی باید سراغ محک های دیگری رفت.

...

«مهدی گلشنی» کتاب تحلیلی از دیدگاه های فلسفی فیزیکدانان معاصر را در همین باب در ۸ فصل نگاهشته است. فصل اول کتاب درباره انقلاب کوانتومی و آثار آن مثل کنار گذاشتن هستی شناختی، طرد تصویرپذیری حوادث فیزیکی، طرد موجبیت، طرد تحویل پذیری سیستم های کوانتومی و همچنین حاکمیت پوزیتیویسم و ایده آلیسم بر تفکر فیزیکدانان است. گلشنی در چند فصل بعد به مبانی فلسفی تفکر بور و اینشتین می پردازد. فصل پنجم کتاب هم بیان نظریه بوهوم است. فصل ششم و هفتم به دو موضوع اصلی فلسفه کوانتوم یعنی عدم قطعیت و واقعیت فیزیکی اختصاص یافته است. در فصل آخر با یکی از سئوال های جالب در جامعه فیزیک مواجه می شویم: «آیا فیزیکدانان از فلسفه مستغنی هستند؟»

کتاب بسیار مستند و سرشار از نقل قول است و فصول آن تقریباً خالی از فرمول و معادله و... است. بنابراین خواننده علاقه مند با کمی پیش زمینه درباره فیزیک (مثل تحصیلات دبیرستانی) و البته علاقه مند به فلسفه علم می تواند با خواندن کتاب به درک بهتری از مبانی فلسفی مکانیک کوانتومی دست یابد. هرچند دوره این مباحث با لهجه شیرین اصفهانی دکتر گلشنی در کلاس مبانی فلسفی مکانیک کوانتومی در دانشکده فیزیک صنعتی شریف، شیرینی دیگری دارد!